

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2001年6月7日 (07.06.2001)

PCT

(10)国際公開番号
WO 01/39932 A1

(51)国際特許分類⁷: B25J 13/00, 5/00, G05B 13/04 (71)出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(21)国際出願番号: PCT/JP00/08472

(22)国際出願日: 2000年11月30日 (30.11.2000) (72)発明者; および
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 佐部浩太郎 (SABE, Kohtaro) [JP/JP]. 長谷川里香 (HASEGAWA, Rika) [JP/JP]. 井上 真 (INOUE, Makoto) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願平11/341206 1999年11月30日 (30.11.1999) JP
特願平11/341207 1999年11月30日 (30.11.1999) JP
特願平11/341375 1999年11月30日 (30.11.1999) JP

(74)代理人: 弁理士 田辺恵基 (TANABE, Shigemoto); 〒150-0001 東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-508号 グリーンファンタジアビル5階 Tokyo (JP).

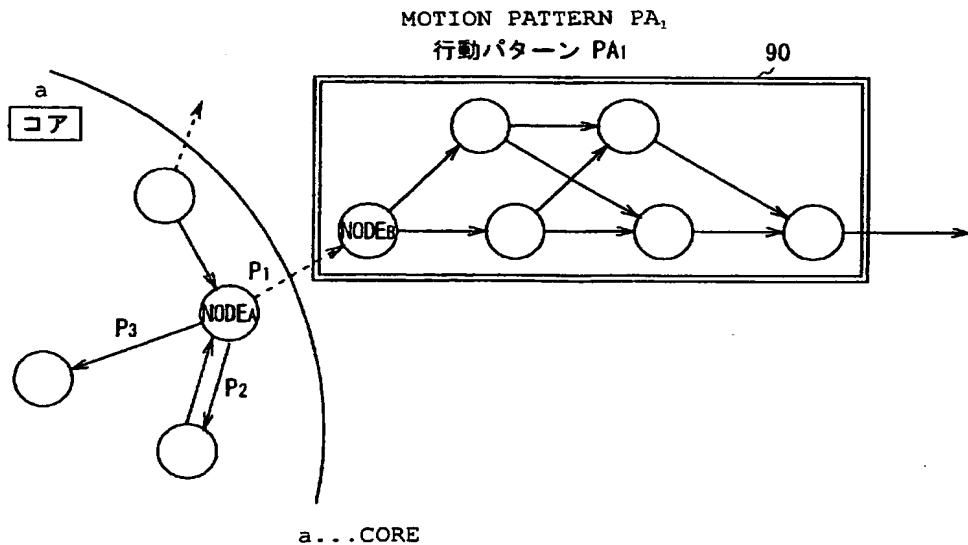
(81)指定国(国内): CN, KR, US.

添付公開書類:
— 国際調査報告書

[続葉有]

(54)Title: ROBOT APPARATUS, CONTROL METHOD THEREOF, AND METHOD FOR JUDGING CHARACTER OF ROBOT APPARATUS

(54)発明の名称: ロボット装置及びその制御方法並びにロボット装置の性格判別方法



a...CORE

(57)Abstract: In a robot apparatus and a control method thereof, first, the state space of a motion model is expanded/contracted partially or entirely; second, a transition to a specified node of the motion model is described as transition to a virtual node and the node group assigned to the virtual node is changed sequentially; third, the number of emotions and/or desires used for generation of a motion is increased/decreased gradually; and last, the environment is evaluated and the sensitivity to each emotion and/or desire is updated based on the evaluation results. In a robot apparatus and a method for judging the character thereof, a pet robot comprises means for detecting the output from a second robot, means for judging the character of the second robot based on the detection results, and means for varying the character based on the judgment results.

[続葉有]

WO 01/39932 A1



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

ロボット装置及びその制御方法において、第1に、行動モデルの一部又は全部の状態空間を拡大縮小させるようにし、第2に、行動モデルにおける所定のノードへの遷移を仮想ノードへの遷移として記述し、当該仮想ノードに割り当てるノード群を順次変更するようにし、第3に、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を徐々に増減させるようにし、第4に、環境を評価してその評価結果に基づいて各情動及び又は各欲求に対する各感度をそれぞれ更新するようにし、ロボット装置及びその性格判断方法において、ペットロボットに、他のペットロボットの出力を検知する検知手段と、検知手段の検知結果に基づいて、他のペットロボットの性格を判別する性格判別手段と、性格判別手段の判別結果に基づいて、性格を変化させる性格変化手段とを設けるようにした。

明細書

ロボット装置及びその制御方法並びにロボット装置の性格判別方法

技術分野

本発明はロボット装置及びその制御方法並びにロボット装置の性格判別方法に
関し、例えばペットロボットに適用して好適なものである。

背景技術

第1の背景技術として、近年、本願特許請求人により4足歩行型のペットロボットが提案及び開発されている。かかるペットロボットは、一般家庭において飼育される犬や猫に似た形状を有し、「叩く」や「撫でる」といったユーザからの働きかけや、周囲の環境等に応じて自律的に行動し得るようになされたものである。

またこのペットロボットには、ユーザからの「叩く」及び「撫でる」といった働きかけに基づいて対応する行動の発現確率を変化させる学習機能や、当該働きかけの累積及び経過時間等に基づいて行動の難易度や煩雑さのレベルを段階的に変化させる成長機能などが搭載されており、これにより『ペットロボット』としての高い商品性及びアミューズメント性を得ている。

ところでかかるペットロボットにおいては、各成長段階（以下、これを「成長ステージ」と呼ぶ）ごとに個別の確率状態遷移モデルでなる行動モデルを用意し、ユーザからの働きかけや経過時間の累積等に基づいて行動モデルを上の「成長ステージ」の行動モデルに切り換えることにより「成長」を表現していた。またかかるペットロボットにおいては、ユーザからの働きかけに応じて行動モデルの対応する箇所の遷移確率を変化させることにより、上述の「学習」を表現していた。

ところがこの方法によると、「成長」するごとに行動モデルを新しい行動モデルに切り換えることから、「成長」の度に突然人格が変わってしまったかのごと

く新しい行動を始めたり、それまでの「学習」の結果が破棄されることとなり、それまでの行動パターンに慣れ親しんだユーザからみて不自然を感じさせる問題があった。

またかかる方法によると、重複した行動パターンがあったとしても各「成長ステージ」ごとにその行動パターンのための行動モデル部分を用意する必要があり、その分行動モデルの生成作業が煩雑化する問題があった。

従って、例えば「成長」時において行動パターンや学習結果を次の「成長ステージ」に持ち越すことができるようできれば、上述のような「成長」時の不自然さを解消して、より一層生物的な「成長」を表現することができ、そのエンターテイメント性を向上させることができるものと考えられる。

また第2の背景技術として、近年、人間の感情を計算機上でモデル化し、これを表現する研究が盛んに行われている。またこのようなモデル化のロボット工学的な試みとして、日本国内では、東京理科大学 原文雄研究室の顔ロボットや、早稲田大学理工学部 菅野研究室のWAMOEBA2、オムロン株式会社の猫ロボットなどがある（「人工感情生成のモデルと表出」 原文雄 数理科学 v。1. 32, No. 7, page 52-58, 1994、「人間とロボットの情緒交流に関する研究 評価用ロボット“WAMOEBA-2” の設定と試作」 尾形、菅野 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会講演論文集 v。1. A 1996, pp 449-452、「感情をもったインタラクティブペットロボット」 田島、齊藤、大角、工藤、柴田 日本ロボット学会学術講演会予稿集 v. 1. 16, page 11-12, 1998）。

ところでこれらの研究では、始めから完成された感情・本能モデルを用いていかに生物に近い行動や表現を得ることができるかが主題となっている。しかしながら生物の成長過程を考えた場合、幼年期から成長期にいたるまで常に同じようなモデルに基づいて感情や本能が動作しているとは考えられない。このためかかるモデル化は「成長」という側面から見ると不自然な問題があった。

またペットとして扱う自律型ロボットに感情や本能をもたせるアプリケーショ

ンについて考えた場合にも、最初から完成された感情や本能をもったロボットはユーザにとって理解が困難で受け入れ難いものである。例えば本能として複数の欲求（例えば「愛情欲」及び「運動欲」など）をもち、また感情として複数の情動（例えば「喜び」、「悲しみ」及び「恐怖」など）をもったロボットでは、その内部の動きが複雑するために、現在ロボットが何を欲していくどのような感情状態にあるのかをユーザが理解することは難しい。

さらにかかるロボットにおいて感情・本能が変化せずに常に同じであることは、ユーザが飽きやすく、商品性及びアミューズメント性において不十分な問題もある。

さらに第3の背景技術として、従来、上述のようにユーザからの指令や周囲の環境に応じて動作を行う4足歩行型のいわゆるペットロボットが提案及び開発されている。かかるペットロボットは、家庭内で飼う犬や猫のような4足動物によく似た形状を有し、例えばユーザから「伏せ」という命令を受け取ると伏せの姿勢を取ったり、又は自分の口の前にユーザが手を差し出すと「おて」をするようになされている。

ところで、このようなペットロボットは、感情のモデルや自分で行動を決める機構を持ち、その特徴をロボットの性格と呼ぶことができるが、その性格の変化は、他のロボットの影響を受けるものではない。

ここで、動物の性格形成は、周囲の環境の影響を受け、例えば、2匹のペットが一緒に飼われているような場合には、一方のペットの存在が他方のペットの性格形成に大きく影響するのが現実である。

発明の開示

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、第1に、エンターテイメント性を向上させ得るロボット装置及びその制御方法、第2に、アミューズメント性を向上させ得るロボット装置及びその制御方法、第3に、より現実的に性格が形成されていくことを可能とするロボット装置及びロボット装置の性格判別方法を提

案しようとするものである。

かかる課題を解決するため本発明においては、ロボット装置において、行動モデルを保持する保持手段と、行動モデルの一部又は全部の状態空間を用いて行動を生成する行動生成手段とを設け、行動生成手段が、行動モデルのうちの行動生成に使用する状態空間を、拡大縮小させながら変化させるようにした。この結果このロボット装置では、行動生成に使用する状態空間が連続的に変化してゆくため、行動生成に使用する状態空間の変化の前後における行動出力の不連続性を低減することができる。かくするにつき出力行動の種類等を滑らかにかつ自然に順次変化させてゆくことができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るロボット装置を実現できる。

また本発明においては、状態遷移モデルでなる行動モデルを有し、当該行動モデルに基づいて行動を生成するロボット装置において、行動モデルにおける所定のノードへの遷移を仮想的なノードでなる仮想ノードへの遷移として記述し、当該仮想ノードに所定の第1のノード群を割り当てると共に、仮想ノードに割り当てるノード群を変更する変更手段を設けるようにした。この結果このロボット装置では、基本となる行動モデルが固定化されているため、出力行動に一貫性をもたせながらこれらを順次変化させることができる。かくするにつき出力行動の種類等を滑らかにかつ自然に順次変化させてゆくことができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置の制御方法において、行動モデルの一部又は全部の状態空間を用いて行動を生成する第1のステップと、行動モデルのうちの行動生成に使用する状態空間を、拡大縮小させながら変化させる第2のステップとを設けるようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、行動生成に使用する状態空間が連続的に変化してゆくため、行動生成に使用する状態空間の変更の前後における行動出力の不連続性を低減することができる。かくするにつき出力行動の種類等を滑らかにかつ自然に順次変化させてゆくことができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るロボット装置の制御方法を

実現できる。

さらに本発明によれば、ロボット装置の制御方法において、行動モデルにおける所定のノードへの遷移を仮想的なノードでなる仮想ノードへの遷移として記述すると共に、当該仮想ノードに所定のノード群を割り当てる第1のステップと、仮想ノードに割り当てるノード群を変更する第2のステップとを設けるようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、基本となる行動モデルが固定化されているため、出力行動に一貫性をもたせながらこれらを順次変化させることができる。かくするにつき出力行動の種類等を滑らかにかつ自然に順次変化させてゆくことができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るロボット装置の制御方法を実現できる。

さらに本発明においては、所定条件で順次更新される感情モデルの各情動のパラメータ値及び又は本能モデルの各欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置において、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を、段階的に増減させるように制限する制限手段を設けるようにした。この結果このロボット装置では、感情及び又は本能を、本物の生物の感情及び又は本能が「成長」するかのごとく変化させることができ、かくしてアミューズメント性を向上させ得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、感情モデルの各情動のパラメータ値及び又は本能モデルの各欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置において、外部から与えられる刺激及び経過時間に基づいて、各情動のパラメータ値及び又は各欲求のパラメータ値を、各情動及び又は各欲求に対して個別に設定された対応する感度で順次更新する情動及び又は欲求更新手段と、環境を評価し、当該評価結果に基づいて各情動及び又は各欲求に対する各感度をそれぞれ更新する感度更新手段とを設けるようにした。この結果このロボット装置では、各情動及び又は各欲求の感度を、環境に対して最適化することができ、かくしてアミューズメント性を向上させ得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、所定条件で順次更新される感情モデルの各情動のパ

ラメータ値及び又は本能モデルにおける各欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、初期時において行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を制限する第1のステップと、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を段階的に増減させる第2のステップとを設けるようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、感情及び又は本能を、本物の生物の感情及び又は本能が「成長」するかのごとく変化させることができ、かくしてアミューズメント性を向上させ得るロボット装置の制御方法を実現できる。

さらに本発明においては、感情モデルの各情動のパラメータ値及び又は本能モデルの各欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、外部から与えられる刺激及び経過時間に基づいて、各情動のパラメータ値及び又は各欲求のパラメータ値を、各情動及び又は各欲求に対して個別に設定された対応する感度で更新する第1のステップと、環境を評価し、評価結果に基づいて各情動及び又は各欲求に対する感度をそれぞれ更新する第2のステップとを設けるようにした。この結果このロボット装置の制御方法によれば、各情動及び又は各欲求の感度を、環境に対して最適化することができ、かくしてアミューズメント性を向上させ得るロボット装置を制御方法を実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置において、他のロボット装置の出力を検知する検知手段と、検知手段の検知結果に基づいて、他のロボット装置の性格を判別する性格判別手段とを設けるようにした。この結果かかるロボット装置においては、検知手段が検知した他のロボット装置の出力の検知結果に基づいて、他のロボット装置の性格を性格判別手段により判別する。これにより、ロボット装置は、例えば、他のロボット装置の性格の判別結果に基づいて、自己の性格を変化させることができ、より現実的に性格を形成し得るロボット装置を実現できる。

さらに本発明においては、ロボット装置の性格判別方法において、ロボット装置の出力を検知して、この検知結果に基づいて、当該ロボット装置の性格を判別するようにした。この結果このロボット装置の性格判別方法によれば、例えば他

のロボット装置の性格の判別結果に基づいて、自己の性格を変化させ得るロボット装置の性格判別方法を実現できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、第 1 及び第 2 の実施の形態によるペットロボットの外観構成を示す斜視図である。

図 2 は、ペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

図 3 は、制御プログラムのソフトウェア構成を示す概念図である。

図 4 は、ミドル・ウェア・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

図 5 は、アプリケーション・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

図 6 は、行動モデルライブラリの説明に供する概念図である。

図 7 は、確率オートマトンを示す略線図である。

図 8 は、状態遷移表を示す図表である。

図 9 は、行動モデルライブラリの詳細構成を示す概念図である。

図 10 は、ペットロボットの成長モデルを示す概念図である。

図 11 は、成長に伴う行動パターンの獲得及び忘却の説明に供する概念図である。

図 12 は、第 1 の実施の形態における差分ファイルの説明に供する概念図である。

図 13 は、複数のノードから 1 つの行動パターンの起点ノードへの遷移の説明に供する概念図である。

図 14 は、仮想ノードの利用の説明に供する概念図である。

図 15 は、第 2 の実施の形態における各行動関連条件項目の行動モデルの構成を示す概念図である。

図 16 は、行動パターンファイルの説明に供する概念図である。

図 17 は、第 2 の実施の形態による差分ファイルの説明に供する概念図である。

図18は、第3及び第4の実施の形態によるペットロボットの外観構成を示す斜視図である。

図19は、ペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

図20は、制御プログラムのソフトウェア構成を示す概念図である。

図21は、ミドル・ウェア・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

図22は、アプリケーション・レイヤのソフトウェア構成を示す概念図である。

。

図23は、行動モデルライブラリの説明に供する概念図である。

図24は、確率オートマトンを示す略線図である。

図25は、状態遷移表を示す図表である。

図26は、行動モデルライブラリの詳細構成を示す概念図である。

図27は、ペットロボットの成長モデルを示す概念図である。

図28は、各「成長ステージ」ごとの感情パラメータファイルを示す概念図である。

図29は、感度及び本能の成長の説明に供するフローチャートである。

図30は、各「成長ステージ」ごとの本能パラメータファイルを示す概念図である。

図31は、第5の実施の形態の説明に供するブロック図である。

図32は、第5の実施の形態によるペットロボットの一実施の形態を示す斜視図である。

図33は、ペットロボットの回路構成を示すブロック図である。

図34は、コントローラにおけるデータ処理を示す略線図である。

図35は、感情・本能モデル部によるデータ処理を示す略線図である。

図36は、感情・本能モデル部によるデータ処理を示す略線図である。

図37は、感情・本能モデル部によるデータ処理を示す略線図である。

図38は、第5の実施の形態によるペットロボットにおける感情モデルのパラメータを変化させる構成部分のブロック図である。

図39は、相手ロボットの感情の表出割合を示す特性図である。

図40は、行動決定機構部における有限オートマトンの状態遷移図である。

図41は、姿勢遷移機構部における姿勢遷移のグラフを示す図である。

図42は、第5の実施の形態によるペットロボットにおける感情モデルのパラメータを変化させる構成部分を示すものであって、感情モデルのパラメータを変化させる他の形態を説明するために使用したブロック図である。

図43は、第5の実施の形態によるペットロボットにおいて、相手ロボットとユーザとの対話を解析する対話解析機構部を備えて、感情モデルのパラメータを変化させる構成部分のブロック図である。

図44は、第5の実施の形態によるペットロボットの他の実施の形態を示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

(1) 第1の実施の形態

(1-1) 第1の実施の形態によるペットロボットの構成

図1において、1は全体として第1の実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット2の前後左右にそれぞれ脚部ユニット3A～3Dが連結されると共に、胴体部ユニット2の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット4及び尻尾部ユニット5が連結されることにより構成されている。

胴体部ユニット2には、図2に示すように、CPU(Central Processing Unit)10、DRAM(Dynamic Random Access Memory)11、フラッシュROM(Read Only Memory)12、PC(Personal Computer)カードインターフェース回路13及び信号処理回路14が内部バス15を介して相互に接続されることにより形成されたコントロール部16と、このペットロボット1の動力源としてのバッテリ17とが収納されている。また胴体部ユニット

2には、ペットロボット1の向きや動きの加速度を検出するための角速度センサ18及び加速度センサ19なども収納されている。

また頭部ユニット4には、外部の状況を撮像するためのCCD (Charge Coupled Device) カメラ20と、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出するためのタッチセンサ21と、前方に位置する物体までの距離を測定するための距離センサ22と、外部音を集音するためのマイクロホン23と、鳴き声等の音声を出力するためのスピーカ24と、ペットロボット1の「目」に相当するLED (Light Emitting Diode) (図示せず) となどがそれぞれ所定位置に配設されている。

さらに各脚部ユニット3A～3Dの関節部分や、各脚部ユニット3A～3D及び胴体部ユニット2の各連結部分、頭部ユニット4及び胴体部ユニット2の連結部分、並びに尻尾部ユニット5の尻尾5Aの連結部分などにはそれぞれ自由度数分のアクチュエータ25₁～25_n及びポテンショメータ26₁～26_nが配設されている。

そしてこれら角速度センサ18、加速度センサ19、タッチセンサ21、距離センサ22、マイクロホン23、スピーカ24及び各ポテンショメータ26₁～26_nなどの各種センサ並びにLED及び各アクチュエータ25₁～25_nは、それぞれ対応するハブ27₁～27_Nを介してコントロール部16の信号処理回路14と接続され、CCDカメラ20及びバッテリ17は、それぞれ信号処理回路14と直接接続されている。

このとき信号処理回路14は、上述の各センサから供給されるセンサデータや画像データ及び音声データを順次取り込み、これらをそれぞれ内部バス15を介してDRAM11内の所定位置に順次格納する。また信号処理回路14は、これと共にバッテリ17から供給されるバッテリ残量を表すバッテリ残量データを順次取り込み、これをDRAM11内の所定位置に格納する。

そしてこのようにしてDRAM11に格納された各センサデータ、画像データ

、音声データ及びバッテリ残量データは、この後C P U 1 0がこのペットロボット1の動作制御を行う際に利用される。

実際上C P U 1 0は、ペットロボット1の電源が投入された初期時、胴体部ユニット2の図示しないP Cカードスロットに装填されたメモリカード2 8又はフラッシュR O M 1 2に格納された制御プログラムをP Cカードインターフェース回路1 3を介して又は直接読み出し、これをD R A M 1 1に格納する。

またC P U 1 0は、この後上述のように信号処理回路1 4よりD R A M 1 1に順次格納される各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリ残量データに基づいて自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけの有無などを判断する。

さらにC P U 1 0は、この判断結果及びD R A M 1 1に格納した制御プログラムに基づいて続く行動を決定すると共に、当該決定結果に基づいて必要なアクチュエータ2 5₁～2 5_nを駆動させることにより、頭部ユニット4を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット5の尻尾5 Aを動かせたり、各脚部ユニット3 A～3 Dを駆動させて歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際C P U 1 0は、必要に応じて音声データを生成し、これを信号処理回路1 4を介して音声信号としてスピーカ2 4に与えることにより当該音声信号に基づく音声を外部に出力させたり、上述のL E Dを点灯、消灯又は点滅させる。

このようにしてこのペットロボット1においては、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じて自律的に行動し得るようになされている。

(1-2) 制御プログラムのソフトウェア構成

ここでペットロボット1における上述の制御プログラムのソフトウェア構成を図3に示す。この図3において、デバイス・ドライバ・レイヤ3 0は、この制御プログラムの最下位層に位置し、複数のデバイス・ドライバからなるデバイス・ドライバ・セット3 1から構成されている。この場合各デバイス・ドライバは、C C Dカメラ2 0(図2)やタイマ等の通常のコンピュータで用いられるハード

ウェアに直接アクセスすることを許されたオブジェクトであり、対応するハードウェアからの割り込みを受けて処理を行う。

またロボティック・サーバ・オブジェクト32は、デバイス・ドライバ・レイヤ30の上位層に位置し、例えば上述の各種センサやアクチュエータ25₁～25_n等のハードウェアにアクセスするためのインターフェースを提供するソフトウェア群でなるバーチャル・ロボット33と、電源の切換えなどを管理するソフトウェア群でなるパワーマネージャ34と、他の種々のデバイス・ドライバを管理するソフトウェア群でなるデバイス・ドライバ・マネージャ35と、ペットロボット1の機構を管理するソフトウェア群でなるデザインド・ロボット36とから構成されている。

マネージャ・オブジェクト37は、オブジェクト・マネージャ38及びサービス・マネージャ39から構成されている。この場合オブジェクト・マネージャ38は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32、ミドル・ウェア・レイヤ40、及びアプリケーション・レイヤ41に含まれる各ソフトウェア群の起動や終了を管理するソフトウェア群であり、サービス・マネージャ39は、メモリカード28(図2)に格納されたコネクションファイルに記述されている各オブジェクト間の接続情報に基づいて各オブジェクトの接続を管理するソフトウェア群である。

ミドル・ウェア・レイヤ40は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32の上位層に位置し、画像処理や音声処理などのこのペットロボット1の基本的な機能を提供するソフトウェア群から構成されている。またアプリケーション・レイヤ41は、ミドル・ウェア・レイヤ40の上位層に位置し、当該ミドル・ウェア・レイヤ40を構成する各ソフトウェア群によって処理された処理結果に基づいてペットロボット1の行動を決定するためのソフトウェア群から構成されている。

なおミドル・ウェア・レイヤ40及びアプリケーション・レイヤ41の具体的なソフトウェア構成をそれぞれ図4及び図5に示す。

ミドル・ウェア・レイヤ40においては、図4からも明らかのように、音階認識用、距離検出用、姿勢検出用、タッチセンサ用、動き検出用及び色認識用の各信号処理モジュール50～55並びに入力セマンティクスコンバータモジュール56などを有する認識系57と、出力セマンティクスコンバータモジュール57並びに姿勢管理用、トラッキング用、モーション再生用、歩行用、転倒復帰、LED点灯用及び音再生用の各信号処理モジュール58～64などを有する出力系65とから構成されている。

この場合認識系57の各信号処理モジュール50～55は、ロボティック・サーバ・オブジェクト32のバーチャル・ロボット33によりDRAM11(図2)から読み出される各センサデータや画像データ及び音声データのうちの対応するデータを取り込み、当該データに基づいて所定の処理を施して、処理結果を入力セマンティクスコンバータモジュール56に与える。

入力セマンティクスコンバータモジュール56は、これら各信号処理モジュール50～55から与えられる処理結果に基づいて、「ボールを検出した」、「転倒を検出した」、「撫でられた」、「叩かれた」、「ドミソの音階が聞こえた」、「動く物体を検出した」又は「障害物を検出した」などの自己及び周囲の状況や、ユーザからの指令及び働きかけを認識し、認識結果をアプリケーション・レイヤ41(図2)に出力する。

アプリケーション・レイヤ41においては、図5に示すように、行動モデルライブラリ70、行動切換モジュール71、学習モジュール72、感情モデル73及び本能モデル74の5つのモジュールから構成されている。

この場合行動モデルライブラリ70には、図6に示すように、「バッテリ残量が少なくなった場合」、「転倒復帰する場合」、「障害物を回避する場合」、「感情を表現する場合」、「ボールを検出した場合」などの予め選択されたいいくつかの条件項目にそれぞれ対応させて、それぞれ独立した行動モデル $70_1 \sim 70_n$ が設けられている。

そしてこれら行動モデル $70_1 \sim 70_n$ は、それぞれ入力セマンティクスコン

バータモジュール 5 6 から認識結果が与えられたときや、最後の認識結果が与えられてから一定時間が経過したときなどに、必要に応じて後述のように感情モデル 7 3 に保持されている対応する情動のパラメータ値や、本能モデル 7 4 に保持されている対応する欲求のパラメータ値を参照しながら続く行動をそれぞれ決定し、決定結果を行動切換えモジュール 7 1 に出力する。

なおこの実施の形態の場合、各行動モデル $70_1 \sim 70_n$ は、次の行動を決定する手法として、図 7 に示すような 1 つのノード（状態） $NODE_0 \sim NODE_n$ から他のどのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ に遷移するかを各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ 間を接続するアーケ $ARC_1 \sim ARC_{n1}$ に対してそれぞれ設定された遷移確率 $P_1 \sim P_n$ に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

具体的に、各行動モデル $70_1 \sim 70_n$ は、それぞれ自己の行動モデル $70_1 \sim 70_n$ を形成する各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ にそれぞれ対応させて、これらノード $NODE_0 \sim NODE_n$ ごとの図 8 に示すような状態遷移表 8 0 を有している。

この状態遷移表 8 0 では、そのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ において遷移条件とする入力イベント（認識結果）が「入力イベント名」の行に優先順に列記され、その遷移条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データ範囲」の行における対応する列に記述されている。

従って図 8 の状態遷移表 8 0 で表されるノード $NODE_{100}$ では、「ボールを検出（BALL）」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ（SIZE）」が「0 から 1 0 0 0」の範囲であることや、「障害物を検出（OBSTACLE）」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離（DISTANCE）」が「0 から 1 0 0」の範囲であることが他のノードに遷移するための条件となっている。

またこのノード $NODE_{100}$ では、認識結果の入力がない場合においても、行

動モデル $70_1 \sim 70_n$ が周期的に参照する感情モデル 73 及び本能モデル 74 にそれぞれ保持された各情動及び各欲求のパラメータ値のうち、感情モデル 73 に保持された「喜び (JOY)」、「驚き (SURPRISE)」若しくは「悲しみ (SADNESS)」のいずれかのパラメータ値が「 50 から 100 」の範囲であるときには他のノードに遷移することができるようになっている。

また状態遷移表 80 では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にそのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ から遷移できるノード名が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の行に記述された全ての条件が揃ったときに遷移できる他の各ノード $NODE_0 \sim NODE_n$ への遷移確率が「他のノードへの遷移確率」の欄内の対応する箇所にそれぞれ記述され、そのノード $NODE_0 \sim NODE_n$ に遷移する際に出力すべき行動が「他のノードへの遷移確率」の欄における「出力行動」の行に記述されている。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の確率の和は 100 [%] となっている。

従って図 8 の状態遷移表 80 で表されるノード $NODE_{100}$ では、例えば「ボールを検出 (BALL)」し、そのボールの「SIZE (大きさ)」が「 0 から 1000 」の範囲であるという認識結果が与えられた場合には、「 30 [%] 」の確率で「ノード $NODE_{120}$ (node 120)」に遷移でき、そのとき「ACTION1」の行動が出力されることとなる。

そして各行動モデル $70_1 \sim 70_n$ は、それぞれこのような状態遷移表 80 として記述されたノード $NODE_0 \sim NODE_n$ がいくつも繋がるようにして構成されており、入力セマンティクスコンバータモジュール 56 から認識結果が与えられたときなどに、対応するノード $NODE_0 \sim NODE_n$ の状態遷移表 80 を利用して確率的に次の行動を決定し、決定結果を行動切換えモジュール 71 に出力するようになされている。

行動切換えモジュール 71 は、行動モデルライブラリ 70 の各行動モデル $70_1 \sim 70_n$ からそれぞれ出力される行動のうち、予め定められた優先順位の高い

行動モデル $70_1 \sim 70_n$ から出力された行動を選択し、当該行動を実行すべき旨のコマンド（以下、これを行動コマンドと呼ぶ）をミドル・ウェア・レイヤ40の出力セマンティクスコンバータ57に送出する。なおこの実施の形態においては、図6において下側に表記された行動モデル $70_1 \sim 70_n$ ほど優先順位が高く設定されている。

また行動切換えモジュール71は、行動完了後に出力セマンティクスコンバータ57から与えられる行動完了情報に基づいて、その行動が完了したことを学習モジュール72、感情モデル73及び本能モデル74に通知する。

一方、学習モジュール72は、入力セマンティクスコンバータ56から与えられる認識結果のうち、「叩かれた」や「撫でられた」など、ユーザからの働きかけとして受けた教示の認識結果を入力する。

そして学習モジュール72は、この認識結果及び行動切換えモジュール71からの通知に基づいて、「叩かれた（叱られた）」ときにはその行動の発現確率を低下させ、「撫でられた（誉められた）」ときにはその行動の発現確率を上昇させるように、行動モデルライブラリ70における対応する行動モデル $70_1 \sim 70_n$ の対応する遷移確率を変更する。

他方、感情モデル73は、「喜び（joy）」、「悲しみ（sadness）」、「怒り（anger）」、「驚き（surprise）」、「嫌悪（disgust）」及び「恐れ（fear）」の合計6つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持している。そして感情モデル73は、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる「叩かれた」及び「撫でられた」などの特定の認識結果と、経過時間及び行動切換えモジュール71からの通知などに基づいて順次更新するようになされている。

具体的に感情モデル73は、入力セマンティクスコンバータ56からの認識結果及びそのときのペットロボット1の行動がその情動に対して作用する度合い（予め設定されている）と、本能モデル74が保持している各欲求のパラメータ値

及びそのときのペットロボット1の行動がその情動に対して作用する度合い（予め設定されている）と、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、経過時間などに基づいて所定の演算式により算出されるその情動の変動量を $\Delta E [t]$ 、現在のその情動のパラメータ値を $E [t]$ 、認識結果等に応じてその情動を変化させる割合（以下、これを感度と呼ぶ）を表す係数を k 。として、所定周期で次式

$$E [t + 1] = E [t] + k \times \Delta E [t] \quad \dots \dots (1)$$

を用いて次の周期におけるその情動のパラメータ値 $E [t + 1]$ を算出する。

そして感情モデル73は、この演算結果を現在のその情動のパラメータ値 $E [t]$ と置き換えるようにしてその情動のパラメータ値を更新する。なお各認識結果や行動切換えモジュール71からの通知に対してどの情動のパラメータ値を更新するかは予め決められており、例えば「叩かれた」といった認識結果が与えられた場合には「怒り」の情動のパラメータ値が上がり、「撫でられた」といった認識結果が与えられた場合には「喜び」の情動のパラメータ値が上がる。

これに対して本能モデル74は、「運動欲 (exercise)」、「愛情欲 (affection)」、「食欲 (appetite)」及び「好奇心 (curiosity)」の互いに独立した4つの欲求について、これら欲求ごとにその欲求の強さを表すパラメータを保持している。そして本能モデル74は、これら欲求のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる認識結果や、経過時間及び行動切換えモジュール71からの通知などに基づいて順次更新するようになされている。

具体的に本能モデル74は、「運動欲」、「愛情欲」及び「好奇心」については、ペットロボット1の行動出力、経過時間及び認識結果などに基づいて所定の演算式により算出されるその欲求の変動量を $\Delta I [k]$ 、現在のその欲求のパラメータ値を $I [k]$ 、その欲求の感度を表す係数を k_i として、所定周期で次式

$$I_{[k+1]} = I_{[k]} + k_i \times \Delta I_{[k]} \quad \dots \dots (2)$$

を用いて次の周期におけるその欲求のパラメータ値 $I_{[k+1]}$ を算出し、この演算結果を現在のその欲求のパラメータ値 $I_{[k]}$ と置き換えるようにしてその欲求のパラメータ値を更新する。なお行動出力や認識結果等に対してどの欲求のパラメータ値を変化させるかは予め決められており、例えば行動切換えモジュール 7 1 からの通知（行動を行ったとの通知）があったときには「運動欲」のパラメータ値が下がる。

また本能モデル 7 4 は、「食欲」については、入力セマンティクスコンバータモジュール 5 6 を介して与えられるバッテリ残量データに基づいて、バッテリ残量を B_L として、所定周期で次式

$$I_{[k]} = 100 - B_L \quad \dots \dots (3)$$

により「食欲」のパラメータ値 $I_{[k]}$ を算出し、この演算結果を現在の食欲のパラメータ値 $I_{[k]}$ と置き換えるようにして当該「食欲」のパラメータ値を更新する。

なお本実施の形態においては、各情動及び各欲求のパラメータ値がそれぞれ 0 から 100 までの範囲で変動するように規制されており、また係数 k_0 、 k_i の値も各情動及び各欲求ごとに個別に設定されている。

一方、ミドル・ウェア・レイヤ 4 0 の出力セマンティクスコンバータモジュール 5 7 は、図 4 に示すように、上述のようにしてアプリケーション・レイヤ 4 1 の行動切換えモジュール 7 1 から与えられる「前進」、「喜ぶ」、「鳴く」又は「トラッキング（ボールを追いかける）」といった抽象的な行動コマンドを出力系 6 5 の対応する信号処理モジュール 5 8 ~ 6 4 に与える。

そしてこれら信号処理モジュール 5 8 ~ 6 4 は、行動コマンドが与えられると

当該行動コマンドに基づいて、その行動を行うために対応するアクチュエータ $25_1 \sim 25_n$ （図2）に与えるべきサーボ指令値や、スピーカ24（図2）から出力する音の音声データ及び又は「目」のLEDに与える駆動データを生成し、これらのデータをロボティック・サーバ・オブジェクト32のバーチャルロボット33及び信号処理回路14（図2）を順次介して対応するアクチュエータ $25_1 \sim 25_n$ 、スピーカ24又はLEDに順次送出する。

このようにしてこのペットロボット1においては、制御プログラムに基づいて、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じた自律的な行動を行うことができるようになされている。

（1－3）ペットロボット1の成長モデル

次にこのペットロボット1に搭載された成長機能について説明する。このペットロボット1には、ユーザからの働きかけ等に応じて、あたかも「成長」するかのごとく行動を変化させてゆく成長機能が搭載されている。

すなわちこのペットロボット1には、成長過程として「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の5つの「成長ステージ」が設けられている。そしてアプリケーション・レイヤ41の行動モデルライブラリ70（図5）には、上述した「バッテリ残量が少なくなった場合」等の各条件項目のうち、「モーション（動き）」や「行動」などの「成長」に関係した全ての条件項目（以下、「これを成長関連条件項目と呼ぶ」）について、図9に示すように、行動モデル 70_k として、「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」にそれぞれ対応させた行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ が設けられている。そして行動モデルライブラリ71では、これら成長関連条件項目について、初期時には「誕生期」の行動モデル $70_{k(1)}$ を用いて次の行動を決定するようになされている。

この場合「誕生期」の各行動モデル $70_{k(1)}$ はノードNODE₀～NODE_n（図7）の数が少なく、またこれら行動モデル $70_{k(1)}$ から出力される行動の内容も「パターン1（「誕生期」用の歩行パターン）で前進」や、「パターン1（「誕生期」用の鳴き声パターン）で鳴く」のように、「誕生期」に対応した行動又は

動作内容となっている。

かくしてこのペットロボット1においては、初期時には「誕生期」の各行動モデル $70_{k(1)}$ に従って、例えば「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、「行動」については同じ行動を繰り返し行うことにより「単調」となるよう行動する。

またこのときアプリケーション・レイヤ41の学習モジュール72（図5）は、その内部に「成長」の度合いを表すパラメータ（以下、これを成長パラメータと呼ぶ）を保持しており、入力セマンティクスコンバータモジュール56から与えられる認識結果や経過時間情報などに基づいて、成長パラメータの値を「撫でられた」や「叩かれた」等のユーザからの働きかけ（教示）の回数や経過時間等に応じて順次更新するようになされている。

そして学習モジュール72は、ペットロボット1に電源が投入される度にこの成長パラメータの値を評価し、当該値が「幼年期」に対応させて予め設定された閾値を越えた場合には、これを行動モデルライブラリ70に通知する。また行動モデルライブラリ70は、この通知が与えられると、上述の各成長関連条件項目について、それぞれ使用する行動モデルを「幼年期」の行動モデル $70_{k(2)}$ に変更する。

このとき「幼年期」の各行動モデル $70_{k(2)}$ は「誕生期」の行動モデル $70_{k(1)}$ よりもノードNODE₀～NODE_nの数が多く、またこれら行動モデル $70_{k(2)}$ から出力される行動の内容も「幼年期」の行動に比べて難易度や複雑さのレベル（成長レベル）が高くなっている。

かくしてこのペットロボット1においては、この後はこれら行動モデル $70_{k(2)}$ に従って、例えば「モーション」については行動の数が増加することにより「少しあは高度かつ複雑」な動きとなるように、また「行動」については「少しあは目的をもった」行動となるよう行動する。

さらに学習モジュール74は、この後上述の場合と同様にして、成長パラメータの値が「少年期」、「青年期」及び「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定さ

れた各閾値を越える度にこれを行動モデルライブラリ 7 1 に通知する。また行動モデルライブラリ 7 1 は、この通知が与えられる度に上述の各成長関連条件項目について、それぞれ使用する行動モデルを「少年期」、「青年期」及び「成人期」の行動モデル $70_{k(3)} \sim 70_{k(5)}$ に順次変更する。

このとき「少年期」、「青年期」及び「成人期」の各行動モデル $70_{k(3)} \sim 70_{k(5)}$ は、それぞれ「成長ステージ」が上がるにつれてノード NODE₁ ~ NODE_n の数が多くなり、またこれら行動モデル $70_{k(3)} \sim 70_{k(5)}$ から出力される行動の内容も「成長ステージ」が上がるにつれて行動の難易度や複雑さのレベルが高くなっている。

この結果このペットロボット 1 では、「成長ステージ」が上がる（すなわち「誕生期」から「幼年期」、「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」に変化する）に従って、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、また「行動」が「単調」から「目的をもった行動」に順次段階的に変化する。

このようにしてこのペットロボット 1においては、ユーザから与えられる教示や時間経過に応じて、行動及び動作が「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の 5 段階で「成長」するようになされている。

なおこの実施の形態の場合、ペットロボット 1 の成長モデルは、図 10 に示すように「少年期」以降において枝分かれするモデルとなっている。

すなわちこのペットロボット 1 の場合、アプリケーション・レイヤ 4 1 (図 5) の行動モデルライブラリ 7 0 には、上述の各成長関連条件項目について、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の行動モデル $70_{k(3)} \sim 70_{k(5)}$ としてそれぞれ複数の行動モデルが用意されている。

实际上、各成長関連条件項目の例えば「少年期」の行動モデル $70_{k(3)}$ としては、動きが雑で速い「荒々しい」性格の行動を行わせるための行動モデル (CHILD 1) と、これよりも動きが滑らかで遅い「おっとり」とした性格の行動を行わせるための行動モデル (CHILD 2) とが用意されている。

また「青年期」の行動モデル $70_{k(4)}$ としては、「少年期」の「荒々しい」性格よりもより動きが雑で速い「いらいら」した性格の行動を行わせるための行動モデル（YOUNG 1）と、これよりも動きが遅くかつ滑らかな「普通」の性格の行動及び動作を行わせるための行動モデル（YOUNG 2）と、これよりも一層動作が遅くかつ行動量が少ない「おっとり」とした性格の行動を行わせるための行動モデル（YOUNG 3）とが用意されている。

さらに「成人期」の行動モデル $70_{k(5)}$ としては、「青年期」の「いらいら」した性格よりもより動きが雰囲気で速く、かつ非常に怒りやすい「攻撃的」な性格の行動を行わせるための行動モデル（ADULT 1）と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつ怒りやすい「荒々しい」性格の行動を行わせるための行動モデル（ADULT 2）と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつ行動量が少ない「おとなしい」性格の行動を行わせるための行動モデル（ADULT 3）と、これよりもさらに一層動きが遅く、かつ行動量が少ない「静かな」性格の行動を行わせるための行動モデル（ADULT 4）とが用意されている。

そしてアプリケーション・レイヤ41の学習モジュール72（図5）は、上述のように行動モデルライブラリ70に対して「成長ステージ」を上げさせるための通知を行う際に、「少年期」以降では、その「成長ステージ」において「叩かれた」及び「撫でられた」回数等に基づいて、各成長関連条件項目の次の「成長ステージ」の行動モデルとしてどの「性格」の行動モデル（CHILD 1、CHILD 2、YOUNG 1～YOUNG 3、ADULT 1～ADULT 4）を用いるかを指定する。

この結果、行動モデルライブラリ70は、この指定に基づいて、各成長関連条件項目について、「少年期」以降では使用する行動モデル $70_{k(3)} \sim 70_{k(5)}$ を指定された「性格」の行動モデル（CHILD 1、CHILD 2、YOUNG 1～YOUNG 3、ADULT 1～ADULT 4）にそれぞれ変更する。

この場合「少年期」以降では、次の「成長ステージ」に移る際、現在の「成長ステージ」での「性格」によって次の「成長ステージ」での「性格」が決まって

おり、図10において矢印で結ばれた「性格」間での移行しかできない。従って例えば「少年期」において「荒々しい」性格の行動モデル（CHILD 1）が用いられている場合には、「青年期」において「おっとり」とした性格の行動モデル（YOUNG 3）に移行することができない。

このようにこのペットロボット1においては、あたかも本物の動物が飼い主の飼育の仕方等によって性格を形成してゆくかのごとく、ユーザからの働きかけ等に応じて、「成長」に伴って「性格」をも変化させてゆくようになされている。

（1-4）行動モデル 70_k の具体構成

次に、上述した各成長関連条件項目の行動モデル 70_k （図9）の具体構成について説明する。

このペットロボット1の場合、各成長関連条件項目の行動モデル 70_k は、それぞれペットロボット1が発現できる全ての行動パターンが格納された広大な状態空間を有している。

そしてこれら行動モデル 70_k は、その状態空間のうちの「歩く」、「寝る」及び「立つ」等のこのペットロボットにおける基本的な行動を生成する状態空間部分をコアとして、「誕生期」には当該コアを含む極一部だけを使用し、この後「成長」する度に、新たに増やしたい状態空間部分（新たに発現できるようになる行動や一連の行動パターンを生成する状態空間部分）への遷移を許可すると共に使わなくなった状態空間部分（発現しないようになる行動や一連の行動パターンを生成する状態空間部分）を切り離すようにして、各「成長ステージ」における行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ を生成している。

そしてこのペットロボット1では、このように新たに増やしたい状態空間部分への遷移を許可したり、不要な状態空間を切り離す方法として、その状態空間への遷移確率を「成長」に応じて変更する方法を用いている。

例えば図11において、ノードNODE_AからノードNODE_Bへの遷移条件が『ボールを見つけた』ことであり、かつノードNODE_Bからの一連のノード群90が『ボールに近づいてこれを蹴る』といった一連の行動パターンを行うた

めのものであるとすると、ノード NODE_Aにおいてボールを見つけたときには遷移確率 P₁ で『ボールを追いかけてこれを蹴る』という行動パターン PA₁ が発現されるが、この遷移確率 P₁ が「0」である場合には、このような行動パターン PA₁ は決して発現されない。

そこでこのペットロボット 1においては、ある「成長ステージ」になってからこのような行動パターン PA₁ を発現させる場合には、初期時にはこの遷移確率 P₁ を「0」に設定しておき、当該「成長ステージ」になったときにこの遷移確率 P₁ を「0」よりも大きい予め設定された数値に変更するようにする。またこれと逆に、ある「成長ステージ」となったときにこの行動パターン PA₁ を忘れさせる場合には、その「成長ステージ」になったときにノード NODE_A からノード NODE_B への遷移確率を「0」に変更するようにしている。

そしてこのペットロボットでは、このように必要箇所の遷移確率を更新するための具体的手法として、上述の成長関連条件項目の各行動モデルには、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の各「成長ステージ」にそれぞれ対応させて、図 1 2 に示すようなファイル（以下、これを差分ファイルと呼ぶ） 9 1 A ~ 9 1 D が設けられている。

これら差分ファイル 9 1 A ~ 9 1 D は、その「成長ステージ」に上がるに際して上述のように新たな行動を発現させるために上述のように遷移確率を変更すべきノード（図 1 1 におけるノード A に相当）のノード名（番号）と、そのノードの状態遷移表 8 0（図 8）における遷移確率を変更すべき箇所と、当該箇所における変更後の遷移確率とが格納されたものである。

そして各成長関連条件項目の行動モデル 7 0_k は、初期時には「誕生期」用の行動モデル 7 0_{k(1)} で行動を生成する一方、この後上述のように学習モジュール 7 2（図 5）から「成長」したとの通知が与えられると、対応する「成長ステージ」用の差分ファイル 9 1 ~ 9 1 D に基づいて、当該差分ファイル 9 1 ~ 9 1 D に記述された各ノードについて、それぞれ指定された箇所の遷移確率を指定された数値に変更する。

例えばこの図 8 及び図 1 2 に示す例の場合において、「幼年期」に成長したときには、各成長関連条件項目の行動モデル T_0_k は、ノード NODE₁₀₀ の状態遷移表 8 0 における遷移確率が記述された領域（図 8 において「出力行動」の列よりも下側でかつ「データの範囲」の行よりも右側部分）の「1 行目」でかつ「1 列目」の遷移確率を「20」[%] に変更すると共に、当該状態遷移表の「1 行目」でかつ「n 列目」の遷移確率を「30」[%]、……のようにそれぞれ変更する。またこれと共に各成長関連条件項目の行動モデル T_0_k は、この「幼年期」用の差分ファイル 9 1 A に記述された他のノード NODE₃₂₀、NODE₇₂₀、……についても同様にして対応する遷移確率をそれぞれ変更する。

この場合このようにして数値を変更する遷移確率の中には、それまでの遷移確率が「0」であった（すなわち一連の行動パターンの起点となるノードへの遷移が禁止されていた）ものや、変更後の遷移確率が「0」となる（すなわち一連の行動パターンの起点となるノードへの遷移が禁止される）ものが含まれているが、このようにその遷移確率が「0」から所定の数値に変更されたり、又は変更後の遷移確率が「0」となることにより、新たな「成長ステージ」においてその一連の行動パターンが発現されるようになったり、又はその一連の行動パターンが発現されなくなったりする。

なおこのようにして必要な遷移確率を変更した場合においても、変更後の状態遷移表 8 0 における対応する行に含まれる各遷移確率の和が 100 [%] となるように各差分ファイル 9 1 A～9 1 D における各遷移確率の値が選定されている。

（1－5）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このペットロボット 1 では、全ての行動パターンが格納された広大な状態空間のうちの基本的な行動を行うための状態空間部分をコアとして、「誕生期」には当該コアを含む極一部だけを使用し、この後「成長」する度に、コア以外の使わなくなった状態空間部分を切り離すと共に新たに増やしたい状態空間部分への遷移を許可するようにして、各「成長ステージ」における行

動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ を生成し、当該生成した行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ に従って行動する。

従ってこのペットロボット1では、各「成長ステージ」における行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ の状態空間が連続的に変化してゆくため、「成長」の前後における出力行動の不連続性を軽減して、より自然に「成長」を表現することができる。またこのペットロボット1では、基本的な行動を生成するための状態空間部分を全ての「成長ステージ」において共用しているため、基本的な行動の学習結果を順次次の「成長ステージ」に持ち越すことができる。

さらにこのペットロボット1では、このように基本的な行動を生成する状態空間部分を全ての「成長ステージ」において共用しているため、各「成長ステージ」の行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ の作成作業が容易であり、また従来のように各「成長ステージ」ごとに個別の行動モデルを用意する場合に比べて行動モデル全体としてのデータ量を削減することもできる。

さらにこのペットロボット1では、上述のように「成長」に合わせて不要な一連の行動パターンの状態空間を切り離し、必要な一連の行動パターンの状態空間への遷移を許可するようにして各「成長ステージ」における行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ を生成するよう正在して、各一連の行動パターンを部品化することができ、その分各成長関連条件項目の行動モデル 70_k の生成作業をより一層容易化することができる。

以上の構成によれば、全ての行動パターンが格納された広大な状態空間のうちの基本的な行動を行うための状態空間部分をコアとして、「誕生期」には当該コアを含む極一部だけを使用し、この後「成長」する度に、コア以外の使わなくなつた状態空間部分を切り離すと共に新たに増やしたい状態空間部分への遷移を許可するようにして各「成長ステージ」における行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ を生成するようにしたことにより、各「成長ステージ」における行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(n)}$ の状態空間を連続的に変化させて、「成長」の前後における出力行動の不連続性を軽減することができる。かくするにつきより自然に「成長」を表現す

ることができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るペットロボットを実現できる。

(1-6) 他の実施の形態

なお上述の第1の実施の形態においては、本発明を4足歩行型のペットロボット1に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他いわゆる玩具、トイ、プラモデル等を含むすべての種々の形態のロボットに広く適用することができる。また第2～第5の実施の形態においても同じであるものとする。

また上述の第1の実施の形態においては、「成長」に伴って各「成長ステージ」の行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ の状態空間を順次拡大してゆく場合について述べたが、本発明はこれに限らず、各「成長ステージ」の行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ の状態空間を順次縮小させたり、又は拡大の途中でいずれかの「成長ステージ」においてその行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ の状態空間を縮小させたりするようとしても良い。

さらに上述の第1の実施の形態においては、ペットロボット1が5段階で「成長」するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、5以外の段階数で「成長」するようにしても良い。

さらに上述の第1の実施の形態においては、行動モデル（ペットロボット1が行える全ての行動パターンを含む行動モデル）を保持する保持手段と、当該行動モデルの一部又は全部の状態空間を用いて行動を生成する行動生成手段とを1つの行動モデル 70_k 及びCPU10により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を広く適用することができる。

(2) 第2の実施の形態

(2-1) 原理

図11に示すように、「成長」によって新たに取得する一連の行動パターン P_{A_1} への遷移が特定の状態（ノードNODE_A）からしか起こらない場合には、その遷移確率 P_1 を変更するだけでその行動パターンの発現を制御することができる。

きる。しかしながら図13に示すように、この遷移が複数の状態（ノードNODE_{A1}～NODE_{A3}）から起こる場合には、対応する全ての遷移確率P₁₀～P₁₂をコントロールすることは容易ではない。

そこでこのような場合には、図14に示すように、行動モデル中に仮想的なノード（以下、これを仮想ノードと呼ぶ）NODE_Kを設けると共に、各ノードNODE_{A1}～NODE_{A3}から一連の行動パターンPA₁の起点となるノードNODE_Bへの遷移を仮想ノードNODE_Kへの遷移に置き換え、仮想ノードNODE_Kと、上述の一連の行動パターンPA₁の起点のノードNODE_Bとを対応付けるようにすれば良い。

このようにすることによって、遷移確率のコントロールも容易となり、また「成長」に伴ってこの一連の行動パターンPA₁を他の一連の行動パターンPA₂に切り換える場合においても、仮想ノードNODE_Kに対する実ノードの対応付けを前の行動パターンPA₁の起点のノードNODE_Bから次の行動パターンPA₂の起点のノードNODE_Cに変更するだけでこれを容易に行うことができる。

（2－2）本実施の形態によるペットロボット100の構成

ここで図1の100は全体として第2の実施の形態によるペットロボットを示すものであり、「成長」に伴う各成長関連条件項目の行動モデル70_k（図9）の構成が異なる点を除いて第1の実施の形態のペットロボット1と同様に構成されている。

すなわちこのペットロボット100において、各成長関連条件項目の行動モデル70_kには、図15に示すように、それぞれ「立つ」、「座る」及び「歩く」などの各「成長ステージ」に共通した基本的な行動を生成するための行動モデル（以下、これを基本行動モデルと呼ぶ）101が設けられており、この基本行動モデル101内にいくつかの仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}が設けられている。

また各成長関連条件項目の行動モデル70_kには、各「成長ステージ」にそれ

それ対応させて、行動パターンファイル102A～102Eが設けられている。これら各行動パターンファイル102A～102Eは、それぞれ図16に示すように、その「成長ステージ」において基本行動モデル101内の各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}とそれぞれ対応付けられた各一連の行動パターンPA₁～PA_nをそれぞれ生成するノード群の状態遷移表を集めてファイル化したものである。

さらに各成長関連条件項目の行動モデル70_kには、図17に示すように、各「成長ステージ」における各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}と実ノード（その「成長ステージ」の行動パターンファイル102A～102Eに格納されたいずれかの行動パターンPA₁～PA_nの起点のノード、以下同じ）との対応関係を表す対応表103A～103Eをまとめたファイル（以下、これを差分ファイル103と呼ぶ）が設けられている。

そして各成長関連条件項目の行動モデル70_kは、初期時には「誕生期」用の行動パターンファイル102Aのデータを読み出してこれを基本行動モデル101に付加すると共に、差分ファイル103に格納されている「誕生期」用の対応表103Aに基づいて基本行動モデル101内の各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}を実ノードに変換するようにして「誕生期」用の行動モデル70_{k(1)}を生成し、当該行動モデル70_{k(1)}に基づいて行動を生成する。

また各成長関連条件項目の行動モデル70_kは、この後学習モジュール72（図5）から「成長」したとの通知が与えられると、「誕生期」用の行動パターンファイル102Aのデータに代えて「幼年期」用の行動パターンファイル102Bのデータを基本行動モデル101に付加すると共に、差分ファイル103に格納されている「幼年期」用の対応表103Bに基づいて基本行動モデル101内の各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}を実ノードに変換するようにして「幼年期」用の行動モデル70_{k(2)}を生成し、当該行動モデル70_{k(2)}に基づいて行動を生成する。

さらに各成長関連条件項目の行動モデル70_kは、この後これと同様にして、

学習モジュール 72 から「成長」したとの通知が与えられる度に、基本行動モデル 101 に付加する行動パターンファイル 102A～102E のデータを「少年期」用、「青年期」用及び「成人期」用のものに順次変更すると共に、差分ファイル 103 に格納されたその「成長ステージ」の対応表 103C～103E に基づいて基本行動モデル 101 内の各仮想ノード NODE_{K1}～NODE_{Kn} を実ノードに変換するようにして「少年期」用、「青年期」用及び「成人期」用の行動モデル 70_{k(3)}～70_{k(5)} を順次生成し、その行動モデル 70_{k(3)}～70_{k(5)} に基づいて行動を生成する。

このようにしてこのペットロボット 100 では、基本行動モデル 101 内の各仮想ノード NODE_{K1}～NODE_{Kn} にそれぞれ対応させる行動パターン PA₁～PA_n を「成長」に伴って順次変更するようにして、「成長」に応じて行動を変化させようになされている。

（2－3）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このペットロボット 100 では、基本行動モデル 101 内の各仮想ノード NODE_{K1}～NODE_{Kn} にそれぞれ対応させる行動パターン PA₁～PA_n を「成長」に伴って順次変更するようにして、「成長」に応じて行動を変化させる。

従ってこのペットロボット 100 では、基本的な行動モデルを生成するための基本行動モデル 101 を全ての「成長ステージ」において共用しているため、全ての「成長ステージ」を通して行動に一貫性をもたせることができ、また基本的な行動の学習結果を順次次の「成長ステージ」に持ち越すことができる。

またこのペットロボット 100 では、このように基本行動モデル 101 を全ての「成長ステージ」において共用するため、行動モデルの作成作業が容易であり、また従来のように各「成長ステージ」ごとに個別の行動モデルを用意する場合に比べて行動モデル全体としてのデータ量を削減することもできる。

さらにこのペットロボット 100 では、基本行動モデル 101 内の各仮想ノード NODE_{K1}～NODE_{Kn} に対応付ける各行動パターン PA₁～PA_n を部品化

することができ、その分各成長関連条件項目の行動モデル 70_K の生成作業をより一層容易化することができる。

さらにこのペットロボット100では、このような第1の実施の形態において得られる作用効果と同様の作用効果に加えて、上述のように仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}を利用するようになっているために、例えば図13のようにある一連の行動パターンPA₁への遷移があちらこちらのノードNODE_{A1}～NODE_{A3}から起こる場合においても、各成長関連条件項目の行動モデル 70_K を容易に生成し得るようにすることができる。

以上の構成によれば、基本行動モデル101内に仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}を設けると共に、各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}にそれぞれ「誕生期」用の各一連の行動パターンPA₁～PA_n（の起点のノード）を対応付けるようにして各「誕生期」用の行動モデル $70_{k(1)}$ を生成すると共に、この後「成長」に伴って各仮想ノードNODE_{K1}～NODE_{Kn}にそれぞれ対応付ける各一連の行動パターンPA₁～PA_nを「幼年期」用、「少年期」用、「青年期」用及び「成人期」用に切り換えてゆくようにして、これら「幼年期」用、「少年期」用、「青年期」用及び「成人期」用の各行動モデル $70_{k(2)}\sim 70_{k(5)}$ を生成するようにしたことにより、全ての「成長ステージ」を通して行動に一貫性をもたせることができる。かくするにつきより自然に「成長」を表現することができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るペットロボットを実現できる。

（2－4）他の実施の形態

なお上述の第2の実施の形態においては、本発明を4足歩行型のペットロボット100に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の形態のロボットに広く適用することができる。

また上述の第2の実施の形態においては、「成長」に伴って各「成長ステージ」の行動モデル $70_{k(1)}\sim 70_{k(5)}$ の状態空間を順次拡大してゆく場合について述べたが、本発明はこれに限らず、各「成長ステージ」の行動モデル $70_{k(1)}\sim 70_{k(5)}$ の状態空間を順次縮小させたり、又は拡大の途中でいずれかの「成長ステ

ージ」においてその行動モデル $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ の状態空間を縮小させたりするようにも良い。

さらに上述の第2の実施の形態においては、ペットロボット110が5段階で「成長」するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、5以外の段階数で「成長」するようにしても良い。

さらに上述の第2の実施の形態においては、仮想ノード NODE_{k1}～NODE_{kn}に割り当てるノード群を変更する変更手段を1つの行動モデル 70_k 及び CPU10により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を広く適用することができる。

(3) 第3の実施の形態

(3-1) 第3の実施の形態によるペットロボットの構成

図18において、110は全体として第3の実施の形態によるペットロボットを示し、胴体部ユニット111の前後左右にそれぞれ脚部ユニット112A～112Dが連結されると共に、胴体部ユニット111の前端部及び後端部にそれぞれ頭部ユニット113及び尻尾部ユニット115が連結されることにより構成されている。

胴体部ユニット111には、図19に示すように、CPU(Central Processing Unit)120、DRAM(Dynamic Random Access Memory)121、フラッシュROM(Read Only Memory)122、PC(Personal Computer)カードインターフェース回路123及び信号処理回路124が内部バス125を介して相互に接続されることにより形成されたコントロール部126と、このペットロボット110の動力源としてのバッテリ127とが収納されている。また胴体部ユニット111には、ペットロボット110の向きや動きの加速度を検出するための角速度センサ128及び加速度センサ129なども収納されている。

また頭部ユニット113には、外部の状況を撮像するためのCCD(

Charge Coupled Device) カメラ 130 と、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出するためのタッチセンサ 131 と、前方に位置する物体までの距離を測定するための距離センサ 132 と、外部音を集音するためのマイクロホン 133 と、鳴き声等の音声を出力するためのスピーカ 134 と、ペットロボット 110 の「目」に相当する LED (Light Emitting Diode) (図示せず) などとがそれぞれ所定位置に配設されている。

さらに各脚部ユニット 112A～112D の関節部分や、各脚部ユニット 112A～112D 及び胴体部ユニット 111 の各連結部分、頭部ユニット 113 及び胴体部ユニット 111 の連結部分、並びに尻尾部ユニット 114 の尻尾 114A の連結部分などにはそれぞれ自由度数分のアクチュエータ 135₁～135_n 及びポテンショメータ 136₁～136_n が配設されている。

そしてこれら角速度センサ 128、加速度センサ 129、タッチセンサ 131、距離センサ 132、マイクロホン 133、スピーカ 134 及び各ポテンショメータ 136₁～136_n などの各種センサ並びに LED 及び各アクチュエータ 135₁～135_n は、それぞれ対応するハブ 137₁～137_N を介してコントロール部 126 の信号処理回路 124 と接続され、CCD カメラ 130 及びバッテリ 127 は、それぞれ信号処理回路 124 と直接接続されている。

このとき信号処理回路 124 は、上述の各センサから供給されるセンサデータや画像データ及び音声データを順次取り込み、これらをそれぞれ内部バス 125 を介して DRAM 121 内の所定位置に順次格納する。また信号処理回路 124 は、これと共にバッテリ 127 から供給されるバッテリ残量を表すバッテリ残量データを順次取り込み、これを DRAM 121 内の所定位置に格納する。

そしてこのようにして DRAM 121 に格納された各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリ残量データは、この後 CPU 120 がこのペットロボット 110 の動作制御を行う際に利用される。

実際上 CPU 120 は、ペットロボット 110 の電源が投入された初期時、胴

体部ユニット 111 の図示しない PC カードスロットに装填されたメモリカード 138 又はフラッシュ ROM 122 に格納された制御プログラムを PC カードインターフェース回路 123 を介して又は直接読み出し、これを DRAM 121 に格納する。

また CPU 120 は、この後上述のように信号処理回路 124 より DRAM 121 に順次格納される各センサデータ、画像データ、音声データ及びバッテリ残量データに基づいて自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけの有無などを判断する。

さらに CPU 120 は、この判断結果及び DRAM 121 に格納した制御プログラムに基づいて続く行動を決定すると共に、当該決定結果に基づいて必要なアクチュエータ 135₁～135_n を駆動させることにより、頭部ユニット 113 を上下左右に振らせたり、尻尾部ユニット 114 の尻尾 114A を動かせたり、各脚部ユニット 112A～112D を駆動させて歩行させるなどの行動を行わせる。

またこの際 CPU 120 は、必要に応じて音声データを生成し、これを信号処理回路 124 を介してスピーカ 134 に与えることにより当該音声信号に基づく音声を外部に出力させたり、上述の LED を点灯、消灯又は点滅させる。

このようにしてこのペットロボット 110 においては、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じて自律的に行動し得るようになされている。

(3-2) 制御プログラムのソフトウェア構成

ここでペットロボット 110 における上述の制御プログラムのソフトウェア構成を図 20 に示す。この図 20 において、デバイス・ドライバ・レイヤ 140 は、この制御プログラムの最下位層に位置し、複数のデバイス・ドライバからなるデバイス・ドライバ・セット 141 から構成されている。この場合各デバイス・ドライバは、CCD カメラ 130 (図 19) やタイマ等の通常のコンピュータで

用いられるハードウェアに直接アクセスすることを許されたオブジェクトであり、対応するハードウェアからの割り込みを受けて処理を行う。

またロボティック・サーバ・オブジェクト142は、デバイス・ドライバ・レイヤ140の上位層に位置し、例えば上述の各種センサやアクチュエータ135₁～135_n等のハードウェアにアクセスするためのインターフェースを提供するソフトウェア群でなるバーチャル・ロボット143と、電源の切換えなどを管理するソフトウェア群でなるパワーマネージャ144と、他の種々のデバイス・ドライバを管理するソフトウェア群でなるデバイス・ドライバ・マネージャ145と、ペットロボット110の機構を管理するソフトウェア群でなるデザインド・ロボット146とから構成されている。

マネージャ・オブジェクト147は、オブジェクト・マネージャ148及びサービス・マネージャ149から構成されている。この場合オブジェクト・マネージャ148は、ロボティック・サーバ・オブジェクト142、ミドル・ウェア・レイヤ150、及びアプリケーション・レイヤ151に含まれる各ソフトウェア群の起動や終了を管理するソフトウェア群であり、サービス・マネージャ149は、メモリカード138（図19）に格納されたコネクションファイルに記述されている各オブジェクト間の接続情報に基づいて各オブジェクトの接続を管理するソフトウェア群である。

ミドル・ウェア・レイヤ150は、ロボティック・サーバ・オブジェクト142の上位層に位置し、画像処理や音声処理などのこのペットロボット110の基本的な機能を提供するソフトウェア群から構成されている。またアプリケーション・レイヤ151は、ミドル・ウェア・レイヤ150の上位層に位置し、当該ミドル・ウェア・レイヤ150を構成する各ソフトウェア群によって処理された処理結果に基づいてペットロボット110の行動を決定するためのソフトウェア群から構成されている。

なおミドル・ウェア・レイヤ150及びアプリケーション・レイヤ151の具体的なソフトウェア構成をそれぞれ図21及び図22に示す。

ミドル・ウェア・レイヤ150においては、図21からも明らかなように、音階認識用、距離検出用、姿勢検出用、タッチセンサ用、動き検出用及び色認識用の各信号処理モジュール160～165並びに入力セマンティクスコンバータモジュール166などを有する認識系167と、出力セマンティクスコンバータモジュール167並びに姿勢管理用、トラッキング用、モーション再生用、歩行用、転倒復帰、LED点灯用及び音再生用の各信号処理モジュール168～174などを有する出力系175とから構成されている。

この場合認識系167の各信号処理モジュール160～165は、ロボティック・サーバ・オブジェクト142のバーチャル・ロボット143によりDRAM121(図19)から読み出される各センサデータや画像データ及び音声データのうちの対応するデータを取り込み、当該データに基づいて所定の処理を施して、処理結果を入力セマンティクスコンバータモジュール166に与える。

入力セマンティクスコンバータモジュール166は、これら各信号処理モジュール160～165から与えられる処理結果に基づいて、「ボールを検出した」、「転倒を検出した」、「撫でられた」、「叩かれた」、「ドミソの音階が聞こえた」、「動く物体を検出した」又は「障害物を検出した」などの自己及び周囲の状況や、ユーザからの指令及び働きかけを認識し、認識結果をアプリケーション・レイヤ151(図19)に出力する。

アプリケーション・レイヤ151においては、図22に示すように、行動モデルライブラリ180、行動切換えモジュール181、学習モジュール182、感情モデル183及び本能モデル184の5つのモジュールから構成されている。

この場合行動モデルライブラリ180には、図23に示すように、「バッテリ残量が少なくなった場合」、「転倒復帰する場合」、「障害物を回避する場合」、「感情を表現する場合」、「ボールを検出した場合」などの予め選択されたいいくつかの条件項目にそれぞれ対応させて、それぞれ独立した行動モデル180₁～180_nが設けられている。

そしてこれら行動モデル180₁～180_nは、それぞれ入力セマンティクス

コンバータモジュール166から認識結果が与えられたときや、最後の認識結果が与えられてから一定時間が経過したときなどに、必要に応じて後述のように感情モデル183に保持されている対応する情動のパラメータ値や、本能モデル184に保持されている対応する欲求のパラメータ値を参照しながら続く行動をそれぞれ決定し、決定結果を行動切換えモジュール181に出力する。

なおこの実施の形態の場合、各行動モデル $180_1 \sim 180_n$ は、次の行動を決定する手法として、図24に示すような1つのノード（状態） $NODE_0' \sim NODE_n'$ から他のどのノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ に遷移するかを各ノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ 間を接続するアーケ $ARC_1' \sim ARC_{n1}'$ に対してそれぞれ設定された遷移確率 $P_1' \sim P_n'$ に基づいて確率的に決定する確率オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いる。

具体的に、各行動モデル $180_1 \sim 180_n$ は、それぞれ自己の行動モデル $180_1 \sim 180_n$ を形成する各ノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ にそれぞれ対応させて、これらノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ ごとの図25に示すような状態遷移表190を有している。

この状態遷移表190では、そのノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ において遷移条件とする入力イベント（認識結果）が「入力イベント名」の行に優先順に列記され、その遷移条件についてのさらなる条件が「データ名」及び「データ範囲」の行における対応する列に記述されている。

従って図25の状態遷移表190で表されるノード $NODE_{100}'$ では、「ボールを検出（BALL）」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるそのボールの「大きさ（SIZE）」が「0から1000」の範囲であることや「障害物を検出（OBSTACLE）」という認識結果が与えられた場合に、当該認識結果と共に与えられるその障害物までの「距離（DISTANCE）」が「0から100」の範囲であることが他のノードに遷移するための条件となっている。

またこのノード $NODE_{100}'$ では、認識結果の入力がない場合においても、

行動モデル $180_1 \sim 180_n$ が周期的に参照する感情モデル 183 及び本能モデル 184 に保持された各情動及び各欲求のパラメータ値のうち、又は感情モデル 183 に保持された「喜び (JOY)」、「驚き (SURPRISE)」若しくは「悲しみ (SADNESS)」のいずれかのパラメータ値が「50から100」の範囲であるときには他のノードに遷移することができるようになっている。

また状態遷移表 190 では、「他のノードへの遷移確率」の欄における「遷移先ノード」の列にそのノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ から遷移できるノード名が列記されると共に、「入力イベント名」、「データ値」及び「データの範囲」の行に記述された全ての条件が揃ったときに遷移できる他の各ノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ への遷移確率が「他のノードへの遷移確率」の欄内の対応する箇所にそれぞれ記述され、そのノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ に遷移する際に出力すべき行動が「他のノードへの遷移確率」の欄における「出力行動」の行に記述されている。なお「他のノードへの遷移確率」の欄における各行の確率の和は 100 [%] となっている。

従って図 25 の状態遷移表 190 で表されるノード $NODE_{100}'$ では、例えば「ボールを検出 (BALL)」し、そのボールの「SIZE (大きさ)」が「0から1000」の範囲であるという認識結果が与えられた場合には、「30 [%]」の確率で「ノード $NODE_{120}'$ (node 120)」に遷移でき、そのとき「ACTION 1」の行動が出力されることとなる。

そして各行動モデル $180_1 \sim 180_n$ は、それぞれこののような状態遷移表 190 として記述されたノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ がいくつも繋がるようにして構成されており、入力セマンティクスコンバータモジュール 166 から認識結果が与えられたときなどに、対応するノード $NODE_0' \sim NODE_n'$ の状態遷移表 190 を利用して確率的に次の行動を決定し、決定結果を行動切換えモジュール 181 に出力するようになされている。

行動切換えモジュール 181 は、行動モデルライブラリ 180 の各行動モデル $180_1 \sim 180_n$ からそれぞれ出力される行動のうち、予め定められた優先順

位の高い行動モデル $180_1 \sim 180_n$ から出力された行動を選択し、当該行動を実行すべき旨のコマンド（以下、これを行動コマンドと呼ぶ）をミドル・ウェア・レイヤ 150 の出力セマンティクスコンバータ 167 に送出する。なおこの実施の形態においては、図 23 において下側に表記された行動モデル $180_1 \sim 180_n$ ほど優先順位が高く設定されている。

また行動切換えモジュール 181 は、行動完了後に 167 から与えられる行動完了情報に基づいて、その行動が完了したことを学習モジュール 182 、感情モデル 183 及び本能モデル 184 に通知する。

一方、学習モジュール 182 は、 166 から与えられる認識結果のうち、「叩かれた」や「撫でられた」など、ユーザからの働きかけとして受けた教示の認識結果を入力する。

そして学習モジュール 182 は、この認識結果及び行動切換えモジュール 181 からの通知に基づいて、「叩かれた（叱られた）」ときにはその行動の発現確率を低下させ、「撫でられた（誉められた）」ときにはその行動の発現確率を上昇させるように、行動モデルライブラリ 180 における対応する行動モデル $180_1 \sim 180_n$ の対応する遷移確率を変更する。

他方、感情モデル 183 は、「喜び (joy)」、「悲しみ (sadness)」、「怒り (anger)」、「驚き (surprise)」、「嫌悪 (disgust)」及び「恐れ (fear)」の合計 6 つの情動について、各情動ごとにその情動の強さを表すパラメータを保持している。そして感情モデル 183 は、これら各情動のパラメータ値を、それぞれ 166 から与えられる「叩かれた」及び「撫でられた」などの特定の認識結果と、経過時間及び行動切換えモジュール 181 からの通知となどに基づいて順次更新するようになされている。

具体的に感情モデル 183 は、 166 からの認識結果及びそのときのペットロボット 110 の行動がその情動に対して作用する度合い（予め設定されている）と、本能モデル 184 が保持している各欲求のパ

ラメータ値及びそのときのペットロボット110の行動がその情動に対して作用する度合い（予め設定されている）と、他の情動から受ける抑制及び刺激の度合いと、経過時間などに基づいて所定の演算式により算出されるその情動の変動量を $\Delta E [t]'$ 、現在のその情動のパラメータ値を $E [t]'$ 、認識結果等に応じてその情動を変化させる割合（以下、これを感度と呼ぶ）を表す係数を k_e として、所定周期で次式

$$E [t + 1]' = E [t]' + k_e \times \Delta E [t]' \quad \dots \dots \quad (4)$$

を用いて次の周期におけるその情動のパラメータ値 $E [t + 1]'$ を算出する。

そして感情モデル183は、この演算結果を現在のその情動のパラメータ値 $E [t]'$ と置き換えるようにしてその情動のパラメータ値を更新する。なお各認識結果や行動切換えモジュール181からの通知に対してどの情動のパラメータ値を更新するかは予め決められており、例えば「叩かれた」といった認識結果が与えられた場合には「怒り」の情動のパラメータ値が上がり、「撫でられた」といった認識結果が与えられた場合には「喜び」の情動のパラメータ値が上がる。

これに対して本能モデル184は、「運動欲 (exercise)」、「愛情欲 (affection)」、「食欲 (appetite)」及び「好奇心 (curiosity)」の互いに独立した4つの欲求について、これら欲求ごとにその欲求の強さを表すパラメータを保持している。そして本能モデル184は、これら欲求のパラメータ値を、それぞれ入力セマンティクスコンバータモジュール166から与えられる認識結果や、経過時間及び行動切換えモジュール181からの通知などに基づいて順次更新するようになされている。

具体的に本能モデル184は、「運動欲」、「愛情欲」及び「好奇心」については、ペットロボット110の行動出力、経過時間及び認識結果などに基づいて所定の演算式により算出されるその欲求の変動量を $\Delta I [k]'$ 、現在のその欲求のパラメータ値を $I [k]'$ 、その欲求の感度を表す係数を k_i として、所定

周期で次式

$$I_{[k+1]'} = I_{[k]'} + k_i' \times \Delta I_{[k]'} \quad \dots \dots (5)$$

を用いて次の周期におけるその欲求のパラメータ値 $I_{[k+1]'}^*$ を算出し、この演算結果を現在のその欲求のパラメータ値 $I_{[k]'}^*$ と置き換えるようにしてその欲求のパラメータ値を更新する。なお行動出力や認識結果等に対してどの欲求のパラメータ値を変化させるかは予め決められており、例えば行動切換えモジュール 181 からの通知（行動を行ったとの通知）があったときには「運動欲」のパラメータ値が下がる。

また本能モデル 184 は、「食欲」については、入力セマンティクスコンバータモジュール 166 を介して与えられるバッテリ残量データに基づいて、バッテリ残量を B_L' として、所定周期で次式

$$I_{[k]'} = 100 - B_L' \quad \dots \dots (6)$$

により「食欲」のパラメータ値 $I_{[k]'}^*$ を算出し、この演算結果を現在の食欲のパラメータ値 $I_{[k]'}^*$ と置き換えるようにして当該「食欲」のパラメータ値を更新する。

なお本実施の形態においては、各情動及び各欲求のパラメータ値がそれぞれ 0 から 100 までの範囲で変動するように規制されており、また係数 k_i' 、 k_i の値も各情動及び各欲求ごとに個別に設定されている。

一方、ミドル・ウェア・レイヤ 150 の出力セマンティクスコンバータモジュール 167 は、図 21 に示すように、上述のようにしてアプリケーション・レイヤ 151 の行動切換えモジュール 181 から与えられる「前進」、「喜ぶ」、「鳴く」又は「トラッキング（ボールを追いかける）」といった抽象的な行動コマンドを出力系 175 の対応する信号処理モジュール 168 ~ 174 に与える。

そしてこれら信号処理モジュール 168～174は、行動コマンドが与えられると当該行動コマンドに基づいて、その行動を行うために対応するアクチュエータ 135₁～135_n（図 19）に与えるべきサーボ指令値や、スピーカ 134（図 19）から出力する音の音声データ及び又は「目」のLEDに与える駆動データを生成し、これらのデータをロボティック・サーバ・オブジェクト 142 のバーチャルロボット 143 及び信号処理回路 124（図 19）を順次介して対応するアクチュエータ 135₁～135_n、スピーカ 134 又は LED に順次送出する。

このようにしてこのペットロボット 110においては、制御プログラムに基づいて、自己及び周囲の状況や、ユーザからの指示及び働きかけに応じた自律的な行動を行うことができるようになされている。

（3-3）ペットロボット 110 の成長モデル

（3-3-1）行動の成長

次にこのペットロボット 110 に実装された成長機能について説明する。このペットロボット 110 には、ユーザからの働きかけ等に応じて、あたかも本物の動物が「成長」するかのごとく行動を変化させてゆく成長機能が実装されている。

すなわちこのペットロボット 110 には、成長過程として「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の 5 つの「成長ステージ」が設けられている。そしてアプリケーション・レイヤ 151 の行動モデルライブラリ 180（図 22）には、上述した「バッテリ残量が少なくなった場合」等の各条件項目のうち、「歩行状態」、「モーション（動き）」、「行動」及び「サウンド（鳴き声）」の 4 つの項目に関係した全ての条件項目（以下、これを成長関連条件項目と呼ぶ）について、図 26 に示すように、行動モデル 180_k として、「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」にそれぞれ対応させた行動モデル 180_{k(1)}～180_{k(5)} が設けられている。そして行動モデルライブラリ 181 では、これら成長関連条件項目について、初期時には「誕生期」の行動モデル 180

$k_{(1)}$ を用いて次の行動を決定するようになされている。

この場合「誕生期」の各行動モデル $180_{k(1)}$ はノードNODE₀'～NODE_n'（図24）の数が少なく、またこれら行動モデル $180_{k(1)}$ から出力される行動の内容も「パターン1（「誕生期」用の歩行パターン）で前進」や、「パターン1（「誕生期」用の鳴き声パターン）で鳴く」のように、「誕生期」に対応した行動又は動作内容となっている。

かくしてこのペットロボット110においては、初期時には「誕生期」の各行動モデル $180_{k(1)}$ に従って、例えば「歩行状態」は歩幅が小さく「よちよち歩き」となるように、「モーション」については単に「歩く」、「立つ」、「寝る」程度の「単純」な動きとなるように、「行動」については同じ行動を繰り返し行うことにより「単調」となるように、また「サウンド」については「小さく短い」鳴き声となるように行動及び動作する。

またこのときアプリケーション・レイヤ151の学習モジュール182（図22）は、その内部に「成長」の度合いを表すパラメータ（以下、これを成長パラメータと呼ぶを保持しており、入力セマンティクスコンバータモジュール166から与えられる認識結果や経過時間情報などに基づいて、成長パラメータの値を「撫でられた」や「叩かれた」等のユーザからの働きかけ（教示）の回数や経過時間等に応じて順次更新するようになされている。

そして学習モジュール182は、ペットロボット110に電源が投入される度にこの成長パラメータの値を評価し、当該値が「幼年期」に対応させて予め設定された閾値を越えた場合には、これを行動モデルライブラリ180に通知する。また行動モデルライブラリ180は、この通知が与えられると、上述の各成長関連条件項目について、それぞれ使用する行動モデルを「幼年期」の行動モデル $180_{k(2)}$ に変更する。

このとき「幼年期」の各行動モデル $180_{k(2)}$ は「誕生期」の行動モデル $180_{k(1)}$ よりもノードNODE₀'～NODE_n'の数が多く、またこれら行動モデル $180_{k(2)}$ から出力される行動の内容も「幼年期」の行動に比べて難易度や複雑

さのレベル（成長レベル）が高くなっている。

かくしてこのペットロボット110においては、この後はこれら行動モデル $180_{k(2)}$ に従って、例えば「歩行状態」については各アクチュエータ $135_1 \sim 135_n$ （図19）の回転速度を速くするなどして「少しあはしゃかり」と歩くようにな、「モーション」については行動の数が増加することにより「少しあは高度かつ複雑」な動きとなるように、「行動」については「少しあは目的をもった」行動となるように、また「サウンド」については「少しあは長く大きい」鳴き声となるように行動及び動作する。

さらに学習モジュール184は、この後上述の場合と同様にして、成長パラメータの値が「少年期」、「青年期」及び「成人期」にそれぞれ対応させて予め設定された各閾値を越える度にこれを行動モデルライブラリ181に通知する。また行動モデルライブラリ181は、この通知が与えられる度に上述の各成長関連条件項目について、それぞれ使用する行動モデルを「少年期」、「青年期」及び「成人期」の行動モデル $180_{k(3)} \sim 180_{k(5)}$ に順次変更する。

このとき「少年期」、「青年期」及び「成人期」の各行動モデル $180_{k(3)} \sim 180_{k(5)}$ は、それぞれ「成長ステージ」が上がるにつれてノードNODE₁～NODE_nの数が多くなり、またこれら行動モデル $180_{k(3)} \sim 180_{k(5)}$ から出力される行動の内容も「成長ステージ」が上がるにつれて行動の難易度や複雑さのレベルが高くなっている。

この結果このペットロボット110では、「成長ステージ」が上がる（すなわち「誕生期」から「幼年期」、「幼年期」から「少年期」、「少年期」から「青年期」、「青年期」から「成人期」に変化する）に従って、「歩行状態」が「よちよち歩き」から「しっかりした歩き」に、「モーション」が「単純」から「高度・複雑」に、「行動」が「単調」から「目的をもった行動」に、かつ「サウンド」が「小さく短い」から「長く大きい」に順次段階的に変化する。

このようにしてこのペットロボット110においては、ユーザから与えられる教示や時間経過に応じて、行動及び動作が「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青

年期」及び「成人期」の5段階で「成長」するようになされている。

なおこの実施の形態の場合、ペットロボット110の成長モデルは、図27に示すように「少年期」以降において枝分かれするモデルとなっている。

すなわちこのペットロボット110の場合、アプリケーション・レイヤ151(図22)の行動モデルライブラリ180には、上述の各成長関連条件項目について、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の行動モデル $180_{k(3)} \sim 180_{k(5)}$ としてそれぞれ複数の行動モデルが用意されている。

実際に、各成長関連条件項目の例えば「少年期」の行動モデルとしては、動きが雑で速い「荒々しい」性格の行動を行わせるための行動モデル(CHILD 1')と、これよりも動きが滑らかで遅い「おっとり」とした性格の行動を行わせるための行動モデル(CHILD 2')とが用意されている。

また「青年期」の行動モデルとしては、「少年期」の「荒々しい」性格よりもより動きが雑で速い「いらいら」した性格の行動を行わせるための行動モデル(YOUNG 1')と、これよりも動きが遅くかつ滑らかな「普通」の性格の行動及び動作を行わせるための行動モデル(YOUNG 2')と、これよりも一層動作が遅くかつ行動量が少ない「おっとり」とした性格の行動を行わせるための行動モデル(YOUNG 3')とが用意されている。

さらに「成人期」の行動モデルとしては、「青年期」の「いらいら」した性格よりもより動きが雑で速く、かつ非常に怒りやすい「攻撃的」な性格の行動を行わせるための行動モデル(ADULT 1')と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつ怒りやすい「荒々しい」性格の行動を行わせるための行動モデル(ADULT 2)と、これよりも動きが滑らかで遅く、かつ行動量が少ない「おとなしい」性格の行動を行わせるための行動モデル(ADULT 3')と、これよりもさらに一層動きが遅く、かつ行動量が少ない「静かな」性格の行動を行わせるための行動モデル(ADULT 4')とが用意されている。

そしてアプリケーション・レイヤ151の学習モジュール182(図22)は、上述のように行動モデルライブラリ180に対して「成長ステージ」を上げさ

せるための通知を行う際に、「少年期」以降では、その「成長ステージ」において「叩かれた」及び「撫でられた」回数等に基づいて、各成長関連条件項目の次の「成長ステージ」の行動モデルとしてどの「性格」の行動モデル CHILD 1'、CHILD 2'、YOUNG 1' ~ YOUNG 3'、ADULT 1' ~ ADULT 4' を用いるかを指定する。

この結果、行動モデルライブラリ 180 は、この指定に基づいて、各成長関連条件項目について、「少年期」以降では使用する行動モデルを指定された「性格」の行動モデルにそれぞれ変更する。

この場合「少年期」以降では、次の「成長ステージ」に移る際、現在の「成長ステージ」での「性格」によって次の「成長ステージ」での「性格」が決まっており、図 27において矢印で結ばれた「性格」間での移行しかできない。従って例えば「少年期」において「荒々しい」性格の行動モデル (CHILD 1') が用いられている場合には、「青年期」において「おっとり」とした性格の行動モデル (YOUNG 3') に移行することができない。

このようにこのペットロボット 110においては、あたかも本物の動物が飼い主の飼育の仕方等によって性格を形成してゆくかのごとく、ユーザからの働きかけ等に応じて、「成長」に伴って「性格」をも変化させてゆくようになされている。

(3-3-2) 感情及び本能の成長

かかる構成に加えてこのペットロボット 110 の場合、上述のような行動の「成長」に伴って感情及び本能をも「成長」させてゆくようになされている。

すなわちこのペットロボット 110 の場合、アプリケーション・レイヤ 151 の感情モデル 183 (図 22) には、図 28 (A) ~ (E) に示すような各「成長ステージ」ごとの各情動に対する (4) 式の係数 k_{α} の値をそれぞれ記述したファイル (以下、これらを感情パラメータファイルと呼ぶ) 200A ~ 200E が格納されている。

そして感情モデル 183 は、初期時には (すなわち「成長ステージ」が「誕生

期」の段階では)、「誕生期」用の感情パラメータファイル 200A に記述された各係数 k_* の値を利用して、(4) 式に基づいて各情動のパラメータ値をそれぞれ周期的に更新するようになされている。

また感情モデル 183 には、上述の行動モデルライブラリ 180 (図 22) と同様に、「成長ステージ」が上がる度に学習モジュール 182 からこれを知らせる通知が与えられる。そして感情モデル 183 は、この通知が与えられる度に各情動に対する (4) 式の係数 k_* の値を、対応する「成長ステージ」の感情パラメータファイル 200B ~ 200E に記述された対応する値にそれぞれ更新するようになされている。

このとき例えば「誕生期」では、図 28 (A) からも明らかなように、「喜び」及び「恐れ」以外の他の情動の係数 k_* の値が全て「0」に設定されている。従って「誕生期」では、周期的に更新される各情動のパラメータのうち値が変化するのは「喜び」及び「恐れ」の情動だけであり、他の情動のパラメータ値は常に一定値となるために「喜び」及び「恐れ」以外の情動が抑制される。この結果「誕生期」では、6 つの情動のうち「喜び」及び「恐れ」だけを行動として表現できる (すなわち 6 つの情動のうち「喜び」及び「恐れ」の各パラメータ値だけを行動生成に使用する)。

また「幼児期」では、図 28 (B) からも明らかなように、「喜び」、「恐れ」及び「怒り」以外の情動の係数 k_* の値が全て「0」に設定されている。従つて「幼児期」では、周期的に更新される各情動のパラメータのうち値が変化るのは「喜び」、「恐れ」及び「怒り」の情動だけであり、他の情動のパラメータ値は常に一定値となるために「喜び」、「恐れ」及び「怒り」以外の情動が抑制される。この結果「幼児期」では、6 つの情動のうち上述の「喜び」、「恐れ」及び「怒り」だけを行動として表現できる。

同様にして、図 28 (C) ~ (E) に示すように、「少年期」には、「喜び」、「恐れ」、「怒り」及び「驚き」の情動だけを行動として発現でき、「青年期」及び「成人期」になると全ての情動を行動として表現できるようになる。

このようにこのペットロボット 110 では、図 29 (A) に示すように、「成長ステージ」が上がってゆくにつれて行動として表現できる情動の数（行動生成に使用する情動の数）が増加してゆくようになされ、これにより行動の「成長」に伴って感情をも「成長」させ得るようになされている。

これと同様にして、アプリケーション・レイヤ 151 の本能モデル 184（図 22）には、図 30 (A) ~ (E) に示すような各「成長ステージ」ごとの各欲求に対する (5) 式の係数 k_i' の値を記述したファイル（以下、これらを本能パラメータファイルと呼ぶ）201A~201E が格納されている。

そして本能モデル 184 は、初期時には（すなわち「成長ステージ」が「誕生期」の段階では）、「誕生期」の本能パラメータファイル 201A に記述された各係数 k_i' の値を利用して、(5) 式に基づいて各欲求のパラメータ値を周期的に更新するようになされている。

また本能モデル 184 には、感情モデル 183 と同様に、「成長ステージ」が上がる度に学習モジュール 182（図 22）からこれを知らせる通知が与えられる。そして本能モデル 184 は、この通知が与えられる度に各欲求に対する (5) 式の係数 k_i' の値を、対応する「成長ステージ」の本能パラメータファイル 201B~201E に記述された対応する値にそれぞれ更新するようになされている。

このとき例えば「誕生期」では、図 30 (A) からも明らかなように、「食欲」以外の他の欲求の係数 k_i' の値が全て「0」に設定されている。従って「誕生期」では、周期的に更新される各欲求のパラメータのうち値が変化するのは「食欲」だけとなり、他の欲求のパラメータ値は常に一定値となるために「食欲」以外の欲求が抑制される。この結果「誕生期」では、4つの欲求のうち「食欲」だけを行動として表現することができる（すなわち4つの欲求のうち「食欲」のパラメータ値だけが行動生成に使用される）。

また「幼児期」では、図 30 (B) からも明らかなように、「食欲」及び「愛情欲」以外の欲求の係数 k_i' の値が全て「0」に設定されている。従って「幼

児期」では、周期的に更新される各欲求のパラメータのうち値が変化するのは「食欲」及び「愛情欲」だけであり、他の欲求のパラメータは常に一定値となる。この結果「幼児期」では、「食欲」及び「愛情欲」以外の欲求が抑制され、4つの欲求のうち「食欲」及び「愛情欲」だけを行動として表現することができる。

同様にして、図30（C）～（E）に示すように、「少年期」には、「食欲」、「愛情欲」及び「好奇心」の欲求を行動として表現でき、「青年期」及び「成人期」になると全ての欲求を行動として表現できるようになる。

このようにこのペットロボット110では、図29（B）に示すように、「成長ステージ」が上がってゆくにつれて行動及び動作として表現できる欲求の数（行動生成に使用する欲求の数）が増加してゆくようになされ、これにより行動の「成長」に伴って本能も「成長」させ得るようになされている。

（3－4）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このペットロボット110では、初期時には6つの情動及び4つの欲求のうちの一部の情動及び欲求だけを行動として表現でき、この後「成長ステージ」が上がるにつれて表現できる情動及び欲求の数が増加してゆく。

従ってこのペットロボット110では、行動の「成長」に伴って感情及び本能も「成長」するため、「成長」をより生物的かつ自然に表現することができ、またユーザがその過程を楽しむことができる。

さらにこのペットロボット110では、感情・本能モデルが最初は単純な2つの情動及び1つの欲求から始まるためユーザにペットロボット110の行動を把握し易くすることができると共に、この後ユーザがこの感情・本能モデルに慣れたらころに少しずつ感情・本能モデルが複雑になってゆくため、各「成長ステージ」での感情・本能モデルに対する理解や適応を容易化させることができる。

以上の構成によれば、初期時には6つの情動及び4つの欲求のうちの一部の情動及び欲求のみを行動として表現できるようにしておき、この後「成長ステージ」が上がるにつれて表現できる情動及び欲求の数を増加させるようにしたことに

より、「成長」をより生物的かつ自然に表現することができ、かくしてエンターテイメント性を向上させ得るペットロボットを実現できる。

(3-5) 他の実施の形態

なお上述の第3の実施の形態においては、本発明を4足歩行型のペットロボット110に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば2足歩行型のロボットや、これ以外のこの他種々のロボット装置に広く適用することができる。

また上述の第3の実施の形態においては、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を、段階的に増加させるように制限する制限手段として感情モデル183及び本能モデル184を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば行動モデルライブラリ180や学習モジュール182において行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を、段階的に増加させるように制限するようにしても良い。

さらに上述の第3の実施の形態においては、外部から与えられる所定の刺激（例えば「叩く」や「撫でる」など）及び経過時間に基づいて、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を段階的に増加させるように制限するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これに加えて又はこれに代えてこれ以外の条件（例えば目的とする行動をうまく行えたなど）に基づいて行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を段階的に増加させるように制限するようにしても良い。

さらに上述の第3の実施の形態においては、行動の「成長」に合わせて「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の5段階で情動及び欲求の数を増加させてゆくようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の「成長ステージ」を設けるようにしても良い。

さらに上述の第3の実施の形態においては、情動及び欲求の各パラメータ値並びに行動モデル180₁～180_nに基づいて行動を生成する行動生成手段としての行動ライブラリ180に複数の行動モデル180₁～180_nを設けるよう

した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、1つの行動モデルによって行動を生成するようにしても良く、行動生成手段の構成としては、この他種々の構成を広く適用することができる。

さらに上述の第3の実施の形態においては、所定の刺激（例えば「叩く」や「撫でる」）の累積及び時間経過に基づいて行動モデル $180_{k(1)} \sim 180_{k(5)}$ （図2-6）を成長レベルの高い行動モデル $180_{k(2)} \sim 180_{k(5)}$ に変更する行動モデル変更手段を、学習モジュール182及び行動モデルライブラリ180により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を広く適用することができる。

さらに上述の第3の実施の形態においては、情動として「喜び」、「悲しみ」、「怒り」、「驚き」、「嫌悪」及び「恐れ」の6つの情動を設けると共に、欲求として「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」及び「好奇心」の4つの欲求を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情動及び欲求の数及び種類としては、この他種々の数及び種類を広く適用することができる。

（4）第4の実施の形態

（4-1）第4の実施の形態によるペットロボット205の構成

図18においては、205は全体として第4の実施の形態によるペットロボットを示し、周囲の状況やユーザからの働きかけなどに応じて欲求及び情動の感度を変化させる点を除いて第3の実施の形態によるペットロボット110と同様に構成されている。

すなわち第3の実施の形態のペットロボット110においては、上述のように感情や本能を更新する際に（4）式や（5）式を用いるようになされているが、このときの更新に影響を与える外部入力（各種センサからのセンサデータや、画像データ及び音声データなど）はペットロボット110がいる環境やユーザの接し方に大きく依存する。

例えばユーザが頻繁に「叩く」が滅多に「撫でる」ことをしない場合、このペットロボット110はほとんどの時間は「叩かれた」ことで「怒り」の感情が増

幅された状態にあり、たまに「撫でられた」くらいでは「喜び」の感情が行動や動作として表現されない。従ってこのような状況におかれたペットロボット205については、「怒り」の感度よりも「喜び」の感度を上げるようにして、行動や動作として表現される感情の数及び種類が偏らないように調整する必要がある。

そこでこの第4の実施の形態によるペットロボット205においては、長い時間に渡って各情動及び各欲求のパラメータ値をそれぞれ別々に積算すると共に、これら積算値をパラメータ間で比較し、その積算値が全体に占める割合が極端に大きい場合や小さい場合にはその情動又は欲求の感度を下げ又は上げることにより、環境やユーザの接し方に適応して全ての情動及び欲求をまんべんなく行動や動作として表現させ得るようになされている。

実際に、ペットロボット205においては、図22に示すアプリケーション・レイヤ206の感情モデル207が所定周期 $\Delta T'$ （例えば1～2分）ごとに、そのときのその情動のパラメータ値を $E_k'(t)'$ 、最後に電源が投入されてからそのときまでのその感情のパラメータ値の積算値を E_k' 、最後に電源が投入されてからそのときまでの経過時間を T_{all}' として、次式

$$E_k'' = E_k' + E_k'(t)' \times \Delta T' \quad \dots \dots \quad (7)$$

$$T_{all}'' = T_{all}' + \Delta T' \quad \dots \dots \quad (8)$$

により、最後に電源が投入されてからの各情動それぞれについてのパラメータ値の積算値 E_k'' と、最後に電源が投入されてからの経過時間 T_{all}'' とを順次算出する。

また感情モデル207は、ペットロボット205の電源投入の停止時（システムシャットダウン時）にはこれら各情動の積算値 E_k'' 及び経過時間の積算値 T_{all}'' を、それぞれ予め用意されたファイル（以下、これを情動総合積算値ファ

イル) に保存されている各情動ごとの総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ のうちの対応する総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ 又は経過時間の総合積算値 $T_{\text{all}(\text{total})}$ にそれぞれ積算してこれらを保存する。

そして感情モデル 207 は、ペットロボット 205 の電源が投入される度に情動総合積算値ファイルから経過時間の総合積算値 $T_{\text{all}(\text{total})}$ を読み出し、当該総合積算値 $T_{\text{all}(\text{total})}$ が予め設定された閾値（例えば 10 時間）を越えていた場合には情動総合積算値ファイルに保存されている各情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ に対して評価を行う。具体的にこの評価は、各情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ の合計値 ($\Sigma E_{k(\text{total})}$) に占めるその情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ の割合を算出することにより行われる。

そして感情モデル 207 は、ある情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ の割合がその情動に対して予め設定された閾値よりも低い場合には、図 28 (A) ~ (E) について上述した感情パラメータファイル 200A ~ 200E のうちの対応する「成長ステージ」の感情パラメータファイル 200A ~ 200E に記述されているその情動の係数 k_{\cdot} の値を所定量（例えば 0.1）だけ上げ、低い場合にはこの係数 k_{\cdot} の値を所定量（例えば 0.1）だけ下げる。このようにして感情モデル 207 は、その情動の感度を表す係数 k_{\cdot} を調整する。

なお閾値は、個々のペットロボット 205 の個性を損なわないように、各情動ごとにある程度の幅をもたせて設定することができ、この実施の形態においては、例えば「喜び」の情動については各情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ の合計値 ($\Sigma E_{k(\text{total})}$) に対して 10 [%] ~ 50 [%]、「悲しみ」については 5 [%] ~ 20 [%]、「怒り」については 10 [%] ~ 60 [%] のように設定されている。

さらに感情モデル 207 は、全ての情動について同様の処理をし終えると、情動総合積算値ファイルに保存された各情動の総合積算値 $E_{k(\text{total})}$ 及び経過時間の総合積算値 $T_{\text{all}(\text{total})}$ を全て「0」に戻し、この後は新しく決定した各情動ごとの係数 k_{\cdot} を用いて (4) 式に従って各情動のパラメータ値を変化させる一方、(7) 式に従って新たに各情動のパラメータ値の積算や経過時間の積算を開始し、

この後は上述と同様の処理を繰り返す。

このようにしてこのペットロボット205においては、各情動の感度を変化させるようになされ、これにより環境やユーザの接し方に適応して全ての情動をまんべんなく行動や動作として表現できるようになされている。

これと同様にして、本能モデル208（図22）は、所定周期 $\Delta T'$ （例えば1～2分）ごとに、そのときのその欲求のパラメータ値を $I_k(t)'$ 、最後に電源が投入されてからそのときまでのその欲求のパラメータ値の積算値を I_k' として、次式

$$I_k'' = I_k' + I_k(t)' \times \Delta T' \quad \dots \dots \quad (9)$$

により、最後に電源が投入されてからの各欲求それぞれについてのパラメータ値の積算値 I_k'' を順次算出すると共に、最後に電源が投入されてからの経過時間の積算値 T_{all}'' を（8）式により順次算出する。

また本能モデル208は、ペットロボット205の電源投入の停止時にはこれら各欲求の積算値 I_k'' 及び経過時間の積算値 T_{all}'' を、それぞれ予め用意されたファイル（以下、これを欲求積算用ファイル）に保存されている各欲求ごとの総合積算値 $I_{k(total)}$ のうちの対応する総合積算値 $I_{k(total)}$ 又は経過時間の総合積算値 $T_{all(total)}$ にそれぞれ積算してこれらを保存する。

そして本能モデル208は、ペットロボット205の電源が投入される度に欲求総合積算値ファイルから経過時間の総合積算値 $T_{all(total)}$ を読み出し、当該総合積算値 $T_{all(total)}$ が予め設定された閾値（例えば10時間）を越えていた場合には欲求総合積算値ファイルに保存されている各欲求の総合積算値 $I_{k(total)}$ に対して評価を行う。具体的にこの評価は、各欲求の総合積算値 $I_{k(total)}$ の合計値 $(\sum I_{k(total)})$ に占めるその欲求の総合積算値 $I_{k(total)}$ の割合を算出することにより行われる。

そして本能モデル208は、ある欲求の総合積算値 $I_{k(total)}$ の割合がその欲求

に対して予め設定された閾値よりも低い場合には、図30（A）～（E）について上述した欲求パラメータファイル201A～201Eのうちの対応する「成長ステージ」の欲求パラメータファイル201A～201Eに記述されているその欲求の係数 k_i' の値を所定量（例えば0, 1）だけ上げ、低い場合にはこの係数 k_i' の値を所定量（例えば0, 1）下げる。なおこのときの閾値も、上述と同様にして各欲求ごとにある程度の幅をもたせて設定されている。

さらに本能モデル208は、全ての欲求について同様の処理をし終えると、欲求総合積算値ファイルに保存された各欲求の総合積算値 $I_{k(\text{total})}$ 及び経過時間の総合積算値 $T_{\text{all}(\text{total})}$ を全て「0」に戻し、この後は新しく決定した各欲求ごとの係数 k_i' を用いて（5）式に従って各欲求のパラメータ値を変化させる一方、（9）式に従って新たに各欲求のパラメータ値の積算や経過時間の積算を開始し、この後は上述と同様の処理を繰り返す。

このようにしてこのペットロボット205においては、各欲求の感度を変化させるようになされ、これにより環境やユーザの接し方に適応して全ての欲求をまんべんなく行動や動作として表現できるようになされている。

（4-2）本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、このペットロボット205では、各情動及び欲求のパラメータ値をそれぞれ順次積算すると共に、この積算結果に基づいて各情動及び欲求の感度を所定周期 $\Delta T'$ で変化させる。

従ってこのペットロボット205では、環境やユーザの接し方に適応して全ての欲求をまんべんなく行動や動作として表現でき、その分第3の実施の形態のペットロボット110に比べてより一層アミーズメント性を向上させることができる。

以上の構成によれば、各情動及び欲求のパラメータ値をそれぞれ順次積算すると共に、この積算結果に基づいて各情動及び欲求の感度を所定周期 $\Delta T'$ で変化させることにより、環境やユーザの接し方に適応して全ての欲求をまんべんなく行動や動作として表現し得るようにすることができ、かくしてより一

層アミーズメント性を向上させ得るペットロボットを実現できる。

(4-3) 他の実施の形態

なお上述の第4の実施の形態においては、本発明を4足歩行型のペットロボット205に適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば2足歩行型のロボットや、これ以外のこの他種々のロボット装置に広く適用することができる。

また上述の第4の実施の形態においては、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を、段階的に増加させるように制限する制限手段として感情モデル207及び本能モデル208を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば行動モデルライブラリ180や学習モジュール182において行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を、段階的に増加させるように制限するようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、外部から与えられる所定の刺激（例えば「叩く」や「撫でる」など）及び経過時間に基づいて、行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を段階的に増加させてゆくように制限するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これに加えて又はこれに代えてこれ以外の条件（例えば目的とする行動をうまく行えたなど）に基づいて行動生成に使用する情動及び又は欲求の数を段階的に増加させてゆくように制限するようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、図29(A)や(B)に示すような順番で情動及び欲求を増加させてゆくようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の順番で情動及び又は欲求を増加させてゆくようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、行動の「成長」に合わせて「誕生期」、「幼年期」、「少年期」、「青年期」及び「成人期」の5段階で情動及び欲求の数を増加させてゆくようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の「成長ステージ」を設けるようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、行動生成に使用する情動及び欲求の数が順次増加してゆく場合について述べたが、本発明はこれに限らず、始めから又は途中から行動生成に使用する情動及び欲求の数を減少させてゆく（例えば「成人期」のあとに「老年期」などの「成長ステージ」を設けて「成長ステージ」が「老年期」に移行する際には感情や欲求を減少させるなど）ようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、情動及び欲求の各パラメータ値並びに行動モデル $180_1 \sim 180_n$ に基づいて行動を生成する行動生成手段としての行動ライブラリ 180 に複数の行動モデル $180_1 \sim 180_n$ を設けるようした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、1つの行動モデルによって行動を生成するようにしても良く、行動生成手段の構成としては、この他種々の構成を広く適用することができる。

さらに上述の第4の実施の形態においては、所定の刺激（例えば「叩く」や「撫でる」）の累積及び時間経過に基づいて行動モデル $180_{k(1)} \sim 180_{k(5)}$ （図26）を成長レベルの高い行動モデル $180_{k(2)} \sim 180_{k(5)}$ に変更する行動モデル変更手段を、学習モジュール 182 及び行動モデルライブラリ 180 により構成するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を広く適用することができる。

さらに上述の第4の実施の形態においては、情動として「喜び」、「悲しみ」、「怒り」、「驚き」、「嫌悪」及び「恐れ」の6つの情動を設けると共に、欲求として「運動欲」、「愛情欲」、「食欲」及び「好奇心」の4つの欲求を設けるようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、情動及び欲求の数及び種類としては、この他種々の数及び種類を広く適用することができる。

さらに上述の第4の実施の形態においては、情動及び又は欲求更新手段としての感情モデル 207 及び本能モデル 208 が、外部から与えられる刺激及び経過時間に基づいて各情動及び各欲求のパラメータ値を更新するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の条件に基づいて各情動及び各

欲求のパラメータ値を更新するようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、感度変更手段としての感情モデル207及び本能モデル208が各情動又は各欲求に対する感度をそれぞれ更新する手法として、(4)式又は(9)式の計数 k_o' 、 k_i' の値を変更するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これ以外の手法により各情動及び各欲求に対する感度をそれぞれ更新するようにしても良い。

さらに上述の第4の実施の形態においては、環境を評価する手法として、順次更新されるその情動又は欲求のパラメータ値の総合積算値 $E_{k(total)}$ 、 $I_{k(total)}$ が全情動又は全欲求のパラメータ値の総合積算値 $E_{k(total)}$ 、 $I_{k(total)}$ の合計値($\Sigma E_{k(total)}$ 、 $\Sigma I_{k(total)}$)に占める割合に基づいて評価するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば「叩かれた」や「撫でられた」などの特定の外部刺激の回数や頻度に基づいて環境を評価するようにしても良く、環境を評価する手法としては、この他種々の手法を広く適用することができる。

(5) 第5の実施の形態

次に第5の実施の形態について図面を用いて詳しく説明する。本発明は、四足動物のように動作するペットロボットに適用することができる。

ペットロボットは、図31に示すように、他のペットロボットの出力を検知する検知手段215と、検知手段215の検知結果に基づいて、他のペットロボットの性格を判別する性格判別手段216と、性格判別手段216の判別結果に基づいて、性格を変化させる性格変化手段217とを備えている。

これにより、ペットロボットは、検知手段215が検知した他のペットロボットの出力の検知結果に基づいて、他のロボット装置の性格を性格判別手段216により判別する。そして、ペットロボットは、そのような他のペットロボットの性格の判別結果に基づいて、性格変化手段217により自己の性格を変化させることができる。

詳しくは後述するが、検知手段215による検知は、他のペットロボットの行動に表出された感情の検知等であり、性格変化手段217による性格の変化は、

感情に起因した自己の行動を決定する感情モデルのパラメータの変更等によるものである。

このようにペットロボットは、他のペットロボットの行動等に基づいて自己の性格を変化させることができる。

これにより、ペットロボットは、本物のペットと同じように、性格が形成され、その性格に基づいて動作することができるようになる。

以下、本発明が適用されているペットロボットの具体的な構成について説明する。

(5-1) ペットロボット210の構成

図32に示すように、ペットロボット210は全体が構成されており、頭に相当する頭部211と、胴体に相当する本体部212と、足に相当する足部213A～213Dと、尻尾に相当する尻尾部214とを連結することによって構成され、本体部212に対して頭部211、足部213A～213D、尻尾部214を動かすことによって本物の四足動物のように動作させるようになされている。

頭部211には、目に相当し、画像を撮像する例えばCCD (Charge Coupled Device) カメラでなる画像認識部220と、耳に相当し、音声を集音するマイク211と、口に相当し、音声を発するスピーカ222とがそれぞれ所定位置に取り付けられている。また、頭部211には、ユーザからリモートコントローラ(図示せず)を介して送信される指令を受信するリモートコントローラ受信部223と、ユーザの手などが接触されたことを検出するためのタッチセンサ224と、内部で生成された画像を表示するための画像表示部225とが取り付けられている。

本体部212には、腹に相当する位置にバッテリ231が取り付けられると共に、その内部にペットロボット210全体の動作を制御するための電子回路(図示せず)等が収納されている。

足部213A～213Dの関節部分、足部213A～213Dと本体部212の連結部分、本体部212と頭部211の連結部分、本体部212と尻尾部214

4の連結部分などは、それぞれのアクチュエータ 233A～233Nによって連結されており、本体部 212 内部に収納される電子回路の制御に基づいて駆動するようになされている。このようにペットロボット 210 は、各アクチュエータ 233A～233N を駆動させることにより、頭部 212 を上下左右に振らせたり、尻尾部 214 を振らせたり、足部 213A～213D を動かして歩かせたり走らせたりして、本物の四足動物のような動作を行わせる。

(5-2) ペットロボット 210 の回路構成

ここで図 33 を用いてペットロボット 210 の回路構成について説明する。頭部 212 は、マイク 221 及びリモートコントローラ受信部 223 でなるコマンド受信部 240 と、画像認識部 220 及びタッチセンサ 224 からなる外部センサ 241 と、スピーカ 222 と、画像表示部 225 とを有している。また、本体部 212 は、バッテリ 231 を有すると共に、その内部にペットロボット 210 全体の動作を制御するためのコントローラ 242 と、バッテリ 231 の残量を検出するためのバッテリセンサ 243 及びペットロボット 210 内部で発生する熱を検出する熱センサ 244 でなる内部センサ 245 とを有している。さらにペットロボット 210 の所定位置にはアクチュエータ 233A～233N がそれぞれ設けられている。

コマンド受信部 240 は、ユーザからペットロボット 210 に与えられる指令、例えば「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかけろ」等の指令を受信するためのものであり、リモートコントローラ受信部 223 及びマイク 221 によって構成されている。リモートコントローラ（図示せず）は、ユーザの操作によって所望の指令が入力されると、当該入力された指令に応じた赤外線光をリモートコントローラ受信部 223 に送信する。リモートコントローラ受信部 223 は、この赤外線光を受信して受信信号 S1A を生成し、これをコントローラ 242 に送出する。マイク 221 は、ユーザが所望の指令に応じた音声を発すると、当該ユーザの発した音声を集音して音声信号 S1B を生成し、これをコントローラ 242 に送出する。このようにコマンド受信部 240 は、ユーザからペットロボット 210

に与えられる指令に応じて受信信号S1A及び音声信号S1Bでなる指令信号S1を生成し、これをコントローラ242に供給する。

外部センサ241のタッチセンサ224は、ユーザからペットロボット210への働きかけ、例えば「なでる」、「たたく」等の働きかけを検出するためのものであり、ユーザが当該タッチセンサ224を触れることによって所望の働きかけを行うと、当該働きかけに応じた接触検出信号S2Aを生成し、これをコントローラ242に送出する。

外部センサ241の画像認識部220は、ペットロボット210の周囲の環境を識別した結果、例えば「暗い」、「お気に入りのおもちゃがある」等の周囲の環境情報又は例えば「他のペットロボットが走っている」等の他のペットロボットの動きを検出するためのものであり、当該ペットロボット210の周囲の画像を撮影し、その結果得られる画像信号S2Bをコントローラ242に送出する。この画像認識部220にて、他のペットロボットによる感情を表出した行動が捕らえられる。

このように外部センサ241は、ペットロボット210の外部から与えられる外部情報に応じて接触検出信号S2A及び画像信号S2Bでなる外部情報信号S2を生成し、これをコントローラ242に送出する。

内部センサ245は、ペットロボット210自身の内部状態、例えばバッテリ容量が低下したを意味する「お腹がすいた」、「熱がある」等の内部状態を検出するためのものであり、バッテリセンサ243及び熱センサ244から構成されている。

バッテリセンサ243は、ペットロボット210の各回路に電源を供給するバッテリ231の残量を検出するためのものであり、その検出した結果であるバッテリ容量検出信号S3Aをコントローラ242に送出する。熱センサ244は、ペットロボット210内部の熱を検出するためのものであり、その結果した結果である熱検出信号S3Bをコントローラ242に送出する。このように内部センサ245は、ペットロボット210の内部の情報に応じてバッテリ容量検出信号

S 3 A 及び熱検出信号 S 3 B でなる内部情報信号 S 3 を生成し、これをコントローラ 242 に送出する。

コントローラ 242 は、コマンド受信部 240 から供給される指令信号 S 1 と、外部センサ 241 から供給される外部情報信号 S 2 と、内部センサ 245 から供給される内部情報信号 S 3 とに基づいて、各アクチュエータ 233A～233N を駆動させるための制御信号 S 5A～S 5N を生成し、これらをアクチュエータ 233A～233N にそれぞれ送出して駆動させることによりペットロボット 210 を動作させる。

その際コントローラ 242 は、外部に出力するための音声信号 S 10 や画像信号 S 11 を必要に応じて生成し、このうち音声信号 S 10 をスピーカ 222 を介して外部に出力したり、画像信号 S 11 を画像表示部 225 に送出して所望の画像を表示させたりすることにより、ユーザに必要な情報を知らせるようになされている。

(5-3) コントローラ 242 におけるデータ処理

ここでコントローラ 242 におけるデータ処理について説明する。コントローラ 242 は、コマンド受信部 240 から供給される指令信号 S 1 と、外部センサ 241 から供給される外部情報信号 S 2 と、内部センサ 245 から供給される内部情報信号 S 3 とを、所定の記憶領域に予め格納されているプログラムに基づいてソフトウェア的にデータ処理を施し、その結果得られる制御信号 S 5 をアクチュエータ 233 に供給する。

図 34 に示すように、コントローラ 242 は、そのデータ処理の内容を機能的に分類すると、感情本能モデル変化手段としての感情・本能モデル部 250 と動作状態決定手段としての行動決定機構部 251 と姿勢遷移手段としての姿勢遷移機構部 252 と制御機構部 253 とに分けられ、外部から供給される指令信号 S 1 と外部情報信号 S 2 と内部情報信号 S 3 とを感情・本能モデル部 250 及び行動決定機構部 251 に入力する。

図 35 に示すように、感情・本能モデル部 250 は、複数の独立した感情モ

ルとしての情動ユニット 260A～260C でなる基本情動群 260 と、複数の独立した欲求モデルとしての欲求ユニット 261A～261C でなる基本欲求群 261 とを有している。基本情動群 260 のうち情動ユニット 260A は「うれしさ」という情動を示すものであり、情動ユニット 260B は「悲しさ」という情動を結ぶものであり、情動ユニット 260C は「怒り」という情動を示すものである。

情報ユニット 260A～260C は、情動の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される指令信号 S1、外部情報信号 S2 及び内部情報信号 S3 に基づいて情動の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。かくして感情・本能モデル部 250 は、時々刻々と変化する情動ユニット 260A～260C の強度を組み合わせることによりペットロボット 210 の感情の状態を表現し、感情の時間変化をモデル化している。

また、基本欲求群 261 のうち欲求ユニット 261A は「食欲」という欲求を示すものであり、欲求ユニット 261B は「睡眠欲」という欲求を示すものであり、欲求ユニット 261C は「運動欲」という欲求を示すものである。欲求ユニット 261A～261C は、情動ユニット 260A～260C と同様に、欲求の度合いを例えば 0～100 レベルまでの強度によってそれぞれ表し、供給される指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 とにに基づいて欲求の強度をそれぞれ時々刻々と変化させる。かくして感情・本能モデル群 250 は、時々刻々と変化する欲求ユニット 261A～261C の強度を組み合わせることによりペットロボット 210 の本能の状態を表現し、本能の時間変化をモデル化している。

このようにして感情・本能モデル部 250 は、指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 とでなる入力情報 S1～S3 に基づいて情動ユニット 260A～50C 及び欲求ユニット 261A～261C の強度をそれぞれ変化させる。そして感情・本能モデル部 250 は、この変化した情動ユニット 260A～260C の強度を組合せることにより感情の状態を決定すると共に、変化した欲求

ユニット261A～261Cの強度を組み合わせることにより本能の状態を決定し、当該決定された感情及び本能の状態を感情・本能状態情報S10として行動決定機構部251に送出する。

ところで、感情・本能モデル部250は、基本情動群260のうち所望の情動ユニット同士を相互抑制的又は相互刺激的に結合し、当該結合した情動ユニットのうち一方の情動ユニットの強度を変化させると、これに応じて他方の情動ユニットの強度が変化することになり、自然な感情を有するペットロボット210を実現している。

すなわち図36に示すように、感情・本能モデル部250は、「うれしさ」情動ユニット260Aと「悲しさ」情動ユニット260Bとを相互抑制的に結合することにより、ユーザにほめてもらったときには「うれしさ」情動ユニット260Aの強度を大きくすると共に、その際「悲しさ」情動ユニット260Bの強度を変化させるような入力情報S1～S3が供給されていなくても、「うれしさ」情動ユニット260Aの強度が大きくなることに応じて自然に「悲しさ」情動ユニット260Bの強度を低下させる。同様に感情・本能モデル部250は、「悲しさ」情動ユニット260Bの強度が大きくなると、当該「悲しさ」情動ユニット260Bの強度が大きくなることに応じて自然に「うれしさ」情動ユニット260Aの強度を低下させる。

また、感情・本能モデル部250は、「悲しさ」情動ユニット260Bと「怒り」情動ユニット260Cとを相互刺激的に結合することにより、ユーザにたたかれたときには「怒り」情動ユニット260Cの強度を大きくすると共に、その際「悲しさ」情動ユニット260Bの強度を変化させるような入力情報S1～S3が供給されていなくても、「怒り」情動ユニット260Cの強度が大きくなることに応じて自然に「悲しさ」情動ユニット260Bの強度を増大させる。同様に感情・本能モデル部250は、「悲しさ」情動ユニット260Bの強度が大きくなると、当該「悲しさ」情動ユニット260Bの強度が大きくなることに応じて自然に「怒り」情動ユニット260Cの強度を増大させる。

さらに、感情・本能モデル部250は、情動ユニット260同士を結合した場合と同様に、基本欲求群261のうち所望の欲求ユニット同士を相互抑制的又は相互刺激的に結合し、当該結合した欲求ユニットのうち一方の欲求ユニットの強度を変化させると、これに応じて他方の欲求ユニットの強度が変化することになり、自然な本能を有するペットロボット210を実現している。

図34に戻って、感情・本能モデル部250は、後段の行動決定機構部251からペットロボット210自身の現在又は過去の行動、例えば「長時間歩いた」などの行動の内容を示す行動情報S12が供給されており、同一の入力情報S1～S3が与えられても、当該行動情報S12が示すペットロボット210の行動に応じて異なる感情・本能状態情報S10を生成するようになされている。

具体的には図37に示すように、感情・本能モデル部250は、各情動ユニット260A～260Cの前段に、ペットロボット210の行動を示す行動情報S12と入力情報S1～S3とを基に各情動ユニット260A～260Cの強度を増減させるための強度情報S14A～S14Cを生成する強度増減関数265A～265Cをそれぞれ設け、当該強度増減関数265A～265Cから出力される強度情報S14A～S14Cに応じて各情動ユニット260A～260Cの強度をそれぞれ増減させる。

例えば感情・本能モデル部250は、ユーザに挨拶をしたときに頭をなでられれば、すなわちユーザに挨拶をしたという行動情報S12と頭をなでられたという入力情報S1～S3とが強度増減関数265Aに与えられると、「うれしさ」情動ユニット260Aの強度を増加させる一方、何らかの仕事を実行中に頭をなでられても、すなわち仕事を実行中であるという行動情報S12と頭をなでられたという入力情報S1～S3とが強度増減関数265Aに与えられても、「うれしさ」情動ユニット260Aの強度を変化させない。

このように感情・本能モデル部250は、入力情報S1～S3だけでなく現在又は過去のペットロボット210の行動を示す行動情報S12も参照しながら各情動ユニット260A～260Cの強度を決定することにより、例えば何らかの

タスクを実行中にユーザがいたずらするつもりで頭をなでたとき、「うれしさ」情動ユニット 260A の強度を増加させるような不自然な感情を起こさせることを回避することができる。因みに、感情・本能モデル部 250 は、欲求ユニット 261A～261C の場合も同様にして、供給される入力情報 S1～S3 及び行動情報 S12 に基づいて各欲求ユニット 261A～261C の強度をそれぞれ増減させるようになされている。

以上、述べたように強度増減関数 265A～265C は、入力情報 S1～S3 及び行動情報 S12 が入力されると、予め設定されているパラメータに応じて強度情報 S14A～S14C を生成して出力するような関数であり、当該パラメータをペットロボット 210 毎に異なる値に設定することにより、例えば怒りっぽいペットロボットや明るい性格のペットロボットのように、当該ペットロボット 210 に個性をもたせることができる。

さらに、感情モデルについては、他のロボット装置（以下、相手ロボットという。）の性格に応じて、そのパラメータを変化させることもできる。すなわち、ペットロボット 210 の持つ性格を、相手ロボットとの相互作用によって変化させ、いわゆる「朱に交われば赤くなる」といったような特性による性格の形成を行う。これにより、自然な性格形成がなされたペットロボット 210 を実現することができる。

具体的には、図 38 に示すように、感情認知機構部 271、記憶及び解析機構部 272、並びにパラメータ変更機構部 273 を備えることにより、相手ロボット装置の性格に応じた性格形成が可能になる。

感情認知機構部 271 は、相手ロボットの動作が何らかの感情表出に関するものであるかどうか、また、そうである場合には表出している感情の種類を強度を認知する。具体的には、感情認知機構部 271 は、相手ロボットの行動を検知するセンサーと、センサーからのセンサー入力に基づいて相手ロボット装置の感情を認知する感情認知部とからなり、相手ロボットの動作をセンサで捕らえ、感情認知部において、センサー入力からその相手ロボットの感情を認知する。例えば

、センサー入力は、上述した入力信号のうちの外部情報信号S₂であって、図3-3に示すマイク221からの音声信号S_{1B}であったり、図3-3に示す画像認知部220からの画像信号S_{2B}であったりする。

感情の認知については、感情認知機構部271は、センサー入力とされる、例えば、相手ロボットが発している鳴き声や、行動から、表出している感情を認知する。

具体的には、ペットロボット210は、相手ロボットの感情に起因した動作の動作パターンを情報として持っております、この動作パターンと相手ロボットの実際の動作、例えば動作部の動きや発した音等とを比較することにより、相手ロボットの動作に表出している感情を得る。例えば、ペットロボット210は、相手ロボットが怒っている場合の当該相手ロボットの足の動きの動作パターンを保持しており、画像認識部220による得た相手ロボットの足の動きがそのような行動パターンと一致する場合、相手ロボットが怒っていることを検知する。

例えば、ペットロボット210は、予め登録されている感情モデルに基づいて行動が決定されている。換言すれば、ペットロボット210の行動は、感情の表出の結果でもある。よって、相手ロボットも同様な感情モデルが構築されているペットロボットであることを前提とすれば、ペットロボット210は、相手ロボットの動作パターンから相手ロボットの行動がどのような感情を表出した結果かを把握することができる。このように自己の保持している行動情報と相手ロボットの動作情報を比較すれば、相手ロボットの感情を容易に把握することができるようになる。

このような感情に認知により、例えば、怒っている歩き方や怒っている目が行動が検知された場合に、相手ロボットが怒っている認知することができるようになる。

感情認知機構部271は、このようにして認知した相手ロボットの表出している感情の情報を、記憶及び解析機構部272に送る。

記憶及び解析機構部272は、感情認知機構部271から送られてきた情報に

基づいて、相手ロボットの性格、例えば、怒りっぽいとか、悲観的であるとかを判断する。具体的には、記憶及び解析機構部 272 は、感情認知機構部 271 から送られてきた情報を記憶しておき、ある程度の時間内の情報の変化に基づいて相手ロボットの性格を解析する。

具体的には、記憶及び解析機構部 272 は、図示しないデータ記憶部に記憶された情報の内のある時間内における情報を取り出して、感情の表出割合を解析する。例えば、図 39 に示すような割合で「怒り」についての感情の情報を得ていた場合、記憶及び解析機構部 272 は、相手ロボットが怒りっぽい性格であると判断する。

記憶及び解析機構部 272 は、上述のようにして取得した相手ロボットの性格の情報を、感情パラメータ変更機構部 273 に送る。

感情パラメータ変更機構部 273 は、感情モデル（具体的には、感情・本能モデル部である。）250 のパラメータを変化させる。すなわち、「怒り」や「悲しさ」等の感情に関する情動ユニットのパラメータを変更する。

また、感情に関するパラメータとして、上述した強度増減関数 265A～265C のパラメータを変更してもよい。この場合、強度増減関数 265A～265C の変更されたパラメータに応じて、入力情報 S1～S3 及び行動情報 S12 から強度情報 S14A～S14C が生成されるので、例えば、おこりっぽくしたり明るい性格としたりすることができる。

感情モデル部 250 は、入力情報 S1～S3 や行動情報 S12 であるセンサ入力が入力されており、そのように感情パラメータ変更機構部 273 により変更されたパラメータ（強度）に応じた感情値とされる感情状態情報 S10a を決定行動機構部 251 に出力する。そして、後段の行動決定機構部 251 がこの感情値（感情状態情報 S10a）に基づいてペットロボット 210 の行動を決定することで、行動を介して性格を表出させる。

このように、ペットロボット 210 は、相手ロボットの性格に応じて、感情モデルのパラメータ（強度）を変化させ、自然な性格形成が実現されている。すな

わち、例えば、怒りっぽい他のペットロボットに接していると、自分自身の怒り安さパラメータを増加させて、自分も起こりっぽくなったりする。

図34に戻って、行動決定機構部251は、指令信号S1と外部情報信号S2と内部情報信号S3と感情・本能状態情報S10と行動情報S12などでなる入力情報S14に基づいて次の行動を決定し、当該決定された行動の内容を行動指令情報S16として姿勢遷移機構部252に送出する。

具体的には図40に示すように、行動決定機構部251は、過去に供給された入力情報S14の履歴を動作状態（以下、ステートという。）で表し、現在供給された入力情報S14とそのときのステートとに基づいて当該ステートを別のステートに遷移させることにより、次の行動を決定するような有限個のステートを有する有限オートマトン267と呼ばれるアルゴリズムを用いている。このように行動決定機構部251は、入力情報S14が供給される毎にステートを遷移させ、当該遷移したステートに応じて行動を決定することにより、現在の入力情報S14だけでなく過去の入力情報S14も参照して行動を決定している。

従って、例えば「ボールを追いかけている」というステートST1において、「ボールが見えなくなった」という入力情報S14が供給されると、「立っている」というステートST5に遷移する一方、「寝ている」というステートST2において、「起きろ」という入力情報S14が供給されると、「立っている」というステートST4に遷移する。このようにこれらステートST4及びステートST5は、行動は同一であっても過去の入力情報S14の履歴が異なっていることから、ステートも異なっていることが分かる。

実際上、行動決定機構部251は、所定のトリガーがあったことを検出すると、現在のステートを次のステートに遷移させる。トリガーの具体例としては、例えば現在のステートの行動を実行している時間が一定値に達した、又は特定の入力情報S14が入力された、又は感情・本能モデル部250から供給される感情・本能状態情報S10が示す情動ユニット260A～260C及び欲求ユニット261A～261Cの強度のうち、所望のユニットの強度が所定の閾値を超えた

こと等が挙げられる。

その際、行動決定機構部 251 は、感情・本能モデル部 250 から供給された感情・本能状態情報 S10 が示す情動ユニット 260A～260C 及び欲求ユニット 261A～261C の強度のうち、所望のユニットの強度が所定の閾値を超えているか否かに基づいて遷移先のステートを選択する。これにより行動決定機構部 251 は、例えば同一の指令信号 S1 が入力されても、情動ユニット 260A～260C 及び欲求ユニット 261A～261C の強度に応じて異なるステートに遷移するようになされている。

従って行動決定機構部 251 は、供給される外部情報信号 S2 を基に例えば目の前に手のひらが差し出されたことを検出し、かつ感情・本能状態情報 S10 を基に「怒り」情動ユニット 260C の強度が所定の閾値以下であることを検出し、かつ内部情報信号 S3 を基に「お腹がすいていない」、すなわち電池電圧が所定の閾値以上であることを検出すると、目の前に手のひらが差し出されたことに応じて「おて」の動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成し、これを姿勢遷移機構部 252 に送出する。

また、行動決定機構部 251 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「怒り」情動ユニット 260C の強度が所定の閾値以下であり、かつ「お腹がすいている」すなわち電池電圧が所定の閾値未満であることを検出すると、「手のひらをぺろぺろなめる」ような動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成し、これを姿勢遷移機構部 252 に送出する。

また、行動決定機構部 251 は、例えば目の前に手のひらが差し出され、かつ「怒り」情動ユニット 260C の強度が所定の閾値以上であることを検出すると、「お腹がすいていない」すなわち電池電圧が所定の閾値以上であるか否かにかかわらず、「ふいと横を向く」ような動作を行わせるための行動指令情報 S16 を生成する。例えば、相手ロボットに応じて、感情モデルのパラメータ（情動ユニットの強度）を変化させていく場合においては、一緒にいる相手ロボットが怒りっぽい性格であるときには、ペットロボット 210 は、感情モデルの強度が所

定の閾値以上になる場合が多くなり、そのような「ぷいと横を向く」といった動作を頻出するようになる。

ところで、行動決定機構部 251 は、感情・本能モデル部 250 から供給された感情・本能状態情報 S10 が示す情動ユニット 260A～260C 及び欲求ユニット 261A～261C の強度のうち所望のユニットの強度に基づいて、遷移先のステートで行われる行動のパラメータ、例えば歩行の速度、手足を動かす際の動きの大きさや速度、音を出す際の音の高さや大きさなどを決定し、当該行動のパラメータに応じた行動指令情報 S16 を生成して姿勢遷移機構部 252 に送出するようになされている。

因みに、指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 とでなる人力情報 S1～S3 は、感情・本能モデル部 250 及び行動決定機構部 251 に入力されるタイミングに応じて情報の内容が異なるため、感情・本能モデル部 250 と共に行動決定機構部 251 にも入力されるようになされている。

例えばコントローラ 242 は、「頭をなでられた」という外部情報信号 S2 が供給されると、感情・本能モデル部 250 によって「うれしい」という感情・本能状態情報 S10 を生成し、当該感情・本能状態情報 S10 を行動決定機構部 251 に供給するが、この状態において、「手が目の前にある」という外部情報信号 S2 が供給されると、行動決定機構部 251 において上述の「うれしい」という感情・本能状態情報 S10 と「手が目の前にある」という外部情報信号 S2 に基づいて「喜んでおてをする」という行動指令情報 S16 を生成させ、これを姿勢遷移機構部 252 に送出させるようになされている。

図 34 に戻って、姿勢遷移機構部 252 は、行動決定機構部 251 から供給される行動指令情報 S16 に基づいて現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢纖維情報 S18 を生成し、これを制御機構部 253 に送出する。この場合、現在の姿勢から次に遷移可能な姿勢は、例えば胴体や手や足の形状、重さ、各部の結合状態のようなペットロボット 210 の物理的形状と、例えば関節が曲がる方向や角度のようなアクチュエータ 233A～233N の機構とによって決定さ

れる。

ところでこのような遷移可能な姿勢は、現在の姿勢から直接遷移可能な姿勢と直接には遷移できない姿勢とに分類される。例えば4本足のペットロボット210は、手足を大きく投げ出して寝転んでいる状態から伏せた状態へ直接遷移することはできるが、立った状態へ直接遷移することはできず、一旦手足を胴体近くに引き寄せて伏せた姿勢になり、それから立ち上がるという2段階の動作が必要である。また安全に実行できない姿勢も存在する。例えば4本足のペットロボット210は、立っている姿勢で両前足を挙げてバンザイをしようとする、簡単に転倒してしまう場合である。

従って姿勢遷移機構部252は、遷移可能な姿勢を予め登録しておき、行動決定機構部251から供給された行動指令情報S16が直接遷移可能な姿勢を示す場合には、当該行動指令情報S16をそのまま姿勢遷移情報S18として制御機構部253に送出する一方、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、遷移可能な他の姿勢に一旦遷移した後に目的の姿勢まで遷移させるような姿勢遷移情報S18を生成して制御機構部253に送出する。これによりペットロボット210は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような自体を回避することができる。

具体的には姿勢遷移機構部252は、ペットロボット210がとり得る姿勢を予め登録すると共に、遷移可能な2つの姿勢の間を記録しておくようになされている。例えば図41に示すように、姿勢遷移機構部252は、ペットロボット210がとり得る姿勢をノードND₁～ND₅で表すと共に、遷移可能な2つの姿勢の間すなわちノードND₁～ND₅間を有向アーケークa₁～a₁₀で結合した有向グラフ270と呼ばれるアルゴリズムを用いている。

姿勢遷移機構部252は、行動決定機構部251から行動指令情報S16が供給されると、現在の姿勢に対応したノードND₁～ND₅と、行動指令情報S16が示す次に取るべき姿勢に対応するノードND₁～ND₅とを結ぶように、有向アーケークa₁～a₁₀の向きに従いながら現在のノードND₁～ND₅から次のノ

ードND₁～ND₅に至る経路を探索し、当該探索した経路上にあるノードND₁～ND₅を順番に記録することにより、姿勢遷移の計画を行うようになされている。これによりペットロボット210は、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする事態や転倒するような事態を回避しながら、行動決定機構部251から指示された行動を実現することができる。

姿勢遷移機構部252は、例えば現在の姿勢が「ふせる」という姿勢を示すノードND₂にある場合、「すわれ」という行動指令情報S16が供給されると、「ふせる」という姿勢を示すノードND₂から「すわる」という姿勢を示すノードND₅へは直接遷移可能であることを利用して、「すわれ」という姿勢遷移情報S18を制御機構部253に与える。これに対して姿勢遷移機構部252は、「歩け」という行動指令情報S16が供給されると、「ふせる」というノードND₂から「あるく」というノードND₄に至る経路を探索することにより姿勢遷移計画を行い、その結果、「たて」という指示を出した後に「歩け」という指示を出すような行動指令情報S18を生成して制御機構部253に送出する。

図34に戻って制御機構部253は、行動指令情報S18を基にアクチュエータ233A～233Nを駆動させるための制御信号S5を生成し、これをアクチュエータ233A～233Nに送出して当該アクチュエータ233A～233Nを駆動させることにより、ペットロボット210に所望の動作を行わせている。

(5-4) 本実施の形態の動作及び効果

以上の構成において、コントローラ242の感情・本能モデル部250は、供給される入力情報S1～S3に基づいて、ペットロボット210の感情及び本能の状態を変化させ、この感情及び本能の状態の変化をペットロボット210の行動に反映されることにより、自分の感情や本能の状態に基づいて自律的に行動させる。

そして、感情・本能モデル部(図38に示す感情モデル部)250は、相手ロボットの性格に応じて変化された性格により行動を決定することができる。これ

により、ユーザは、他のペットロボットに応じてペットロボット210の性格が形成されることを楽しくことができ、育成のおもしろさを得ることができる。

また、コントローラ242の行動決定機構部251は、順次供給される入力情報S14の履歴に応じた現在のステート及び次に供給される入力情報S14に基づいて現在のステートに続く次のステートを決定することにより、自分の感情や本能の状態に基づいて自律的に行動させる。

また、コントローラ242の姿勢遷移機構部252は、ペットロボット210の現在の姿勢から予め決められた所定の経路を経て現在の姿勢を変化させて行動指令情報S16に応じた姿勢に遷移させることにより、無理な姿勢をとらせるような事態や転倒するような事態を回避する。

以上の構成によれば、コントローラ242に対する入力情報S1～S3に基づいてペットロボット210の感情及び本能の状態を変化させ、この感情及び本能の状態の変化を基にペットロボット210の行動を決定し、当該決定した行動に応じて遷移可能な姿勢を選択してペットロボット210を動作させることにより、自分の感情や本能の状態に基づいて自律的に行動することができ、かくして本物のペットに近い動作を行うペットロボット210を実現できる。

(5-5) 他の実施の形態

なお上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットの性格に応じた性格の変化を、感情パラメータ変更機構部273が感情モデルのパラメータを変更することにより行っている場合について述べたが、本発明はこれに限定されず、図42に示すように、行動決定機構部251のパラメータを変更することにより行うこともできる。この場合、行動決定機構部251の調整可能なパラメータを変化させる。例えば、有限オートマトンでは、入力情報S14の供給によりステートを遷移させているが、そのステートの遷移確率を変化させる。

また上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットの表出された感情のみに基づいて性格の状態を変化させているが、本発明はこれに限定されず、他の情報をも参照することができる。例えば、図43に示すように、対話解析機構部2

74を備え、相手ロボットとユーザ（飼い主）との対話を解析することにより、性格の状態を変化させることができる。

対話解析機構部274は、ユーザと相手ロボットとの対話、例えば、ユーザが相手ロボットに発している言葉やユーザが相手ロボットに対して行っている仕草を解析する。例えば、ユーザが相手ロボットをしかっているのか、叩いているのか等を解析する。対話解析機構部251は、その解析結果を記憶及び解析機構部272に送る。

対話解析機構部274は、感情認知機構部271からの相手ロボットの表出している感情の情報と、対話解析機構部274の解析結果とに基づいて、相手ロボットの性格を判別する。

これにより、例えば、感情認知機構部271からの情報として吠えている情報だけが単に送られてい場合には相手ロボットが怒りっぽい性格と判断されてしまうが、ユーザとの対話を参照することにより、ユーザに叩かれた吠えているような場合には、相手ロボットを怒りっぽい性格と容易に判断するようなく、環境に応じて複合的な判断をすることができるようになる。

さらに上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットの性格と一致する方向に変化するように説明したが、本発明はこれに限定されず、相手ロボットの性格と反対の性格、すなわち反対方向の性格に変化させることもできる。

さらに上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットの性格の判断に相手ロボットの行動を参照しているが、本発明はこれに限定されず、相手ロボットとのデータ通信により当該相手ロボットの性格を判断することができる。データ通信の形態としては無線通信でもよく、有線通信でもよい。

さらに上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットが1体である場合について説明したが、本発明はこれに限定されず、相手ロボットが複数体ある場合であってもよい。この場合、ペットロボット210は、ロボットを識別して、複数体のロボットから統合的に、或いは特定のロボットから個別的に自己の性格を変化させることができる。これにより、複数の相手ロボットがそれぞれ性格が異

なっている場合があるので、それに応じて自己の性格を変化させることができるようになる。

さらに、このように複数体のロボットがある状況においては各ロボットを識別する必要がある。この場合、例えば、相手ロボットを個別判断できるように、顔を所定のパターンとして形成しておくことにより、複数のロボットを識別できるようになる。また、所定マークとしていわゆるバーコードを相手ロボットに付して、複数のロボットを識別できるようにもよい。また、データ通信により、相手ロボットの性格を判断する場合においては、性格のデータに識別情報を付しておくことにより、複数のロボットを識別できるようにもよい。例えば、識別情報として、相手ロボットの備える装置の識別番号、例えば着脱自在とれた記憶媒体である、いわゆるメモリスティック（ソニー株式会社 商標）のＩＤ等が挙げられる。

さらに上述の第5の実施の形態においては、相手ロボットの動作部の動作から感情を認知する場合について主に述べたが、本発明はこれに限らず、タッチセンサ14に対する相手ロボットの接触状態から相手ロボットの感情の認知することもできる。

さらに上述の第5の実施の形態においては、リモートコントローラから赤外線光によって送られてきたユーザの指令を受信するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば電波や音波によって送られてきたユーザの指令を受信するようにしても良い。

さらに上述の第5の実施の形態においては、ユーザからの指令をリモートコントローラ受信部223及びマイク221でなるコマンド受信部240を介して入力するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばペットロボット1にコンピュータを接続し、当該接続されたコンピュータを介してユーザの指令を入力するようにしてもよい。

さらに上述の第5の実施の形態においては、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」という情動を示す情動ユニット260A～260Cと、「食欲」、「睡眠欲」、「運

動欲」という欲求を示す欲求ユニット 261A～261C を用いて感情及び本能の状態を决定するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば情動ユニット 260A～260C に「寂しさ」という情動を示す情動ユニットを追加したり、欲求ユニット 261A～261C に「愛情欲」という欲求を示す欲求ユニットを追加しても良く、この他種々の種類や個数の組合せでなる情動ユニットや欲求ユニットを使って感情や本能の状態を决定するようにしても良い。

さらに上述の第 5 の実施の形態においては、指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 と感情・本能状態情報 S10 と行動情報 S12 とに基づいて次の行動を行動決定機構部 251 によって决定した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、指令信号 S1 と外部情報信号 S2 と内部情報信号 S3 と感情・本能状態情報 S10 と行動情報 S12 とのうち一部の情報に基づいて次の行動を决定するようにしても良い。

さらに上述の第 5 の実施の形態においては、有限オートマトン 267 と呼ばれるアルゴリズムを用いて次の行動を决定した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、ステートの数が有限でないステートマシンと呼ばれるアルゴリズムを用いて行動を决定するようにしても良く、この場合、入力情報 S14 が供給される毎に新たにステートを生成し、当該生成したステートに応じて行動を决定すれば良い。

さらに上述の第 5 の実施の形態においては、有限オートマトン 267 と呼ばれるアルゴリズムを用いて次の行動を决定した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、現在供給された入力情報 S14 とそのときのステートとに基づいて複数のステートを遷移先の候補として選定し、当該選定された複数のステートのうち遷移先のステートを乱数によってランダムに決定するような確率有限オートマトンと呼ばれるアルゴリズムを用いて行動を决定するようにしても良い。

さらに上述の第 5 の実施の形態においては、行動指令情報 S16 が直接遷移可能な姿勢を示す場合には、当該行動指令情報 S16 をそのまま姿勢遷移情報 S1

8として制御機構部253に送出する一方、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、遷移可能な他の姿勢に一旦遷移した後に目的の姿勢まで遷移させるような姿勢遷移情報S18を生成して制御機構部253に送出した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、行動指令情報S16が直接遷移可能な姿勢を示す場合にのみ当該行動指令情報S16を受け付けて制御機構部43に送出する一方、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、当該行動指令情報S16を拒否するようにしても良い。

さらに上述の第5の実施の形態においては、本発明をペットロボット210に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えばゲームや展示等のエンタテインメント分野で用いられるロボット装置のように、他の種々のロボット装置に本発明を適用し得る。

さらに本発明が適用されるペットロボット1の外観は、図32に示すような構成をとることに限定されず、図44に示すように、より現実の犬に類似の構成とすることもできる。

産業上の利用の可能性

本発明は、ゲームや展示等のエンタテインメント分野で用いられるロボットや、ペットとして用いられるペットロボット等に適用することができる。

請求の範囲

1. 行動モデルが記憶された記憶手段と、

上記行動モデルの一部又は全部の状態空間を用いて行動を生成する行動生成手段と

を具え、

上記行動生成手段は、

上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を、拡大縮小させながら変化させる

ことを特徴とするロボット装置。

2. 上記行動モデルは、確率状態遷移モデルでなり、

上記行動生成手段は、

上記行動モデルのうちの遷移確率を0とすることで遷移が禁止されていた状態への当該遷移確率を0よりも大きい所定の値に変更することによって、上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を拡大する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボット装置。

3. 上記行動モデルは、確率状態遷移モデルでなり、

上記行動生成手段は、

対象とする状態への遷移確率を0とすることによって、上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を縮小する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボット装置。

4. 段階的に成長する成長モデルを有し、

上記行動生成手段は、

上記成長モデルの上記成長に合わせて上記行動モデルのうちの上記行動生成に

使用する状態空間を、拡大縮小させながら変化させる
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のロボット装置。

5. 状態遷移モデルでなる行動モデルを有し、当該行動モデルに基づいて行動を生成するロボット装置において、

上記行動モデルでは、所定のノードへの遷移が仮想的なノードでなる仮想ノードへの遷移として記述されると共に、当該仮想ノードに所定のノード群が割り当てられ、

上記仮想ノードに割り当てる上記ノード群を変更する変更手段を具える
ことを特徴とするロボット装置。

6. 段階的に成長する成長モデルを有し、

上記変更手段は、

上記成長モデルの上記成長に合わせて上記仮想ノードに割り当てる上記ノード群を変更する

を具えることを特徴とする請求の範囲第5項に記載のロボット装置。

7. 行動モデルを有し、当該行動モデルに基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、

上記行動モデルの一部又は全部の状態空間を用いて上記行動を生成する第1のステップと、

上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を、拡大縮小させながら変化させる第2のステップと

を具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

8. 上記行動モデルは、確率状態遷移モデルでなり、

上記第2のステップでは、

上記行動モデルのうちの遷移確率を0とすることで遷移が禁止されていた状態への当該遷移確率を0よりも大きい所定の値に変更することによって、上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を拡大することを特徴とする請求の範囲第7項に記載のロボット装置の制御方法。

9. 上記行動モデルは、確率状態遷移モデルでなり、
上記第2のステップでは、
対象とする状態への遷移確率を0とすることによって、上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する上記状態空間を縮小することを特徴とする請求の範囲第7項に記載のロボット装置の制御方法。
10. 上記ロボット装置は、段階的に成長する成長モデルを有し、
上記第2のステップでは、
上記成長モデルの上記成長に合わせて上記行動モデルのうちの上記行動生成に使用する状態空間を、拡大縮小させながら変化させることを特徴とする請求の範囲第7項に記載のロボット装置の制御方法。
11. 状態遷移モデルでなる行動モデルを有し、当該行動モデルに基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、
上記行動モデルにおける所定のノードへの遷移を仮想的なノードでなる仮想ノードへの遷移として記述すると共に、当該仮想ノードに所定のノード群を割り当てる第1のステップと、
上記仮想ノードに割り当てる上記ノード群を変更する第2のステップとを具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

12. 上記ロボット装置は、段階的に成長する成長モデルを有し、
上記第2のステップでは、

上記成長モデルの上記成長に合わせて上記仮想ノードに割り当てる上記ノード群を変更する

ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載のロボット装置の制御方法。

13. 複数の情動からなる感情モデル及び又は複数の欲求からなる本能モデルを有し、所定条件で順次更新される上記感情モデルの各上記情動のパラメータ値及び又は上記本能モデルの各上記欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置において、

上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を、段階的に増減させるように制限する制限手段

を具えことを特徴とするロボット装置。

14. 上記制限手段は、

外部から与えられる所定の刺激の累積及び又は経過時間に基づいて、上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を段階的に増減させる

ことを特徴とする請求の範囲第13項に記載のロボット装置。

15. 上記情動及び又は上記欲求の各パラメータ値並びに所定の行動モデルに基づいて上記行動を生成する行動生成手段と、

外部から与えられる所定の刺激の累積及び又は経過時間に基づいて、上記行動生成手段における上記行動モデルを成長レベルの高い上記行動モデルに変更する行動モデル変更手段とを具え、

上記制限手段は、

上記行動モデル変更手段が上記行動モデルを変更するのに合わせて、上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を増減させる

ことを特徴とする請求の範囲第13項に記載のロボット装置。

1 6 . 上記感情モデルは、

上記情動として、喜び、悲しみ、怒り、驚き、嫌悪及び恐れの 6 つの上記情動を有する

ことを特徴とする請求の範囲第 1 3 項に記載のロボット装置。

1 7 . 上記本能モデルは、

上記欲求として、運動欲、愛情欲、食欲及び好奇心の 4 つの上記欲求を有することを特徴とする請求の範囲第 1 3 項に記載のロボット装置。

1 8 . 上記刺激及び又は上記経過時間に基づいて、各上記情動のパラメータ値及び又は各上記欲求のパラメータ値を、各上記情動及び又は各上記欲求に介して個別に設定された対応する感度で順次更新する情動及び又は欲求更新手段と、

環境を評価し、当該評価結果に基づいて各上記情動及び又は各上記欲求に対する各上記感度をそれぞれ更新する感度更新手段と

を具えることを特徴とする請求の範囲第 1 3 項に記載のロボット装置。

1 9 . 複数の情動からなる感情モデル及び又は複数の欲求からなる本能モデルを有し、上記感情モデルの各上記情動のパラメータ値及び又は上記本能モデルの各上記欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置において、

外部から与えられる刺激及び又は経過時間に基づいて、各上記情動のパラメータ値及び又は各上記欲求のパラメータ値を、各上記情動及び又は各上記欲求に対して個別に設定された対応する感度で順次更新する情動及び又は欲求更新手段と

環境を評価し、当該評価結果に基づいて各上記情動及び又は各上記欲求に対する各上記感度をそれぞれ更新する感度更新手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

20. 上記感度変化手段は、

上記環境を、順次更新される各上記情動のパラメータ値及び又は各上記欲求のパラメータ値に基づいて評価する

ことを特徴とする請求の範囲第19項に記載のロボット装置。

21. 上記感情モデルは、

上記情動として、喜び、悲しみ、怒り、驚き、嫌悪及び恐れの6つの上記情動を有する

ことを特徴とする請求の範囲第19項に記載のロボット装置。

22. 上記本能モデルは、

上記欲求として、運動欲、愛情欲、食欲及び好奇心の4つの上記欲求を有する

ことを特徴とする請求の範囲第19項に記載のロボット装置。

23. 複数の情動からなる感情モデル及び又は複数の欲求からなる本能モデルを有し、所定条件で順次更新される上記感情モデルの各上記情動のパラメータ値及び又は上記本能モデルにおける各上記欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、

上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を制限する第1のステップと、

上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を段階的に増減させる第2のステップと

を具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

24. 上記第2のステップでは、

外部から与えられる所定の刺激の累積及び又は経過時間に基づいて、上記行動に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を段階的に増加させる

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載のロボット装置の制御方法。

25. 上記ロボット装置は、

上記情動及び又は上記欲求の各パラメータ値並びに所定の行動モデルに基づいて上記行動を生成すると共に、外部から与えられる所定の刺激の累積及び又は経過時間に基づいて、上記行動生成手段における上記行動モデルを成長レベルの高い上記行動モデルに変更し、

上記第2のステップでは、

上記行動モデル変更手段が上記行動モデルを変更するのに合わせて、上記行動生成に使用する上記情動及び又は上記欲求の数を増減させる

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載のロボット装置の制御方法。

26. 上記感情モデルは、

上記情動として、喜び、悲しみ、怒り、驚き、嫌悪及び恐れの6つの上記情動を有する

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載のロボット装置の制御方法。

27. 上記本能モデルは、

上記欲求として、運動欲、愛情欲、食欲及び好奇心の4つの上記欲求を有することを特徴とする請求の範囲第23項に記載のロボット装置の制御方法。

28. 上記第2のステップでは、各上記段階ごとに、

上記刺激及び又は上記経過時間に基づいて、各上記情動のパラメータ値及び又は各上記欲求のパラメータ値を、各上記情動及び又は各上記欲求に介して個別に設定された対応する感度で順次更新する更新ステップと、

環境を評価し、当該評価結果に基づいて各上記情動及び又は各上記欲求に対する各上記感度をそれぞれ更新する感度更新ステップとを具える

ことを特徴とする請求の範囲第23項に記載のロボット装置の制御方法。

29. 複数の情動からなる感情モデル及び又は複数の欲求からなる本能モデルを有し、上記感情モデルの各上記情動のパラメータ値及び又は上記本能モデルの各上記欲求のパラメータ値に基づいて行動を生成するロボット装置の制御方法において、

外部から与えられる刺激及び又は経過時間に基づいて、各上記情動のパラメータ値及び又は各上記欲求のパラメータ値を、各上記情動及び又は各上記欲求に対して個別に設定された対応する感度で更新する第1のステップと、

環境を評価し、評価結果に基づいて各上記情動及び又は各上記欲求に対する上記感度をそれぞれ更新する第2のステップと

を具えることを特徴とするロボット装置の制御方法。

30. 上記第2のステップでは、

上記環境を、順次更新される各情動の上記パラメータ値及び又は各上記欲求の上記パラメータ値に基づいて評価する

ことを特徴とする請求の範囲第29項に記載のロボット装置の制御方法。

31. 上記感情モデルは、

上記情動として、喜び、悲しみ、怒り、驚き、嫌悪及び恐れの6つの上記情動を有する

ことを特徴とする請求の範囲第29項に記載のロボット装置の制御方法。

32. 上記本能モデルは、

上記欲求として、運動欲、愛情欲、食欲及び好奇心の4つの上記欲求を有することを特徴とする請求の範囲第29項に記載のロボット装置の制御方法。

3 3. 他のロボット装置の出力を検知する検知手段と、

上記検知手段の検知結果に基づいて、上記他のロボット装置の性格を判別する性格判別手段と

を具えることを特徴とするロボット装置。

3 4. 上記性格判別手段の判別結果に基づいて、自己の性格を変化させる性格変化手段を具える

ことを特徴とする請求の範囲第3 3 項に記載のロボット装置。

3 5. 上記検知手段は、上記他のロボット装置の行動を検出する行動検出部と、上記行動検出部の検出結果に基づいて上記他のロボット装置の感情を認知する感情認知手段とを具え、

上記性格判別手段は、上記感情認知手段が認知した上記感情に基づいて、上記他のロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第3 3 項に記載のロボット装置。

3 6. 上記性格判別手段は、上記感情認知手段が認知した一定時間内の上記感情に基づいて、上記他のロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第3 5 項に記載のロボット装置。

3 7. 上記検知手段は、上記他のロボット装置からの感情データ又は性格データを検知し、

上記性格判別手段は、上記感情データ又は性格データに基づいて、上記他のロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第3 3 項に記載のロボット装置。

3 8. 上記性格変化手段は、上記性格判別手段の判別結果に基づいて、自己の性

格を決定する性格モデルのパラメータを変化させる
ことを特徴とする請求の範囲第34項に記載のロボット装置。

39. 全体及び各構成部分を行動情報に基づいて動作させる動作制御手段を具え、
上記性格変化手段は、上記性格判別手段の判別結果に基づいて、上記行動情報を
変化させる
ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載のロボット装置。

40. 他のロボット装置の感情に起因する動作パターンが記憶される記憶手段を
具え、
上記感情認知手段は、上記他のロボット装置の動作と、上記動作パターンとを
比較することにより、感情を認知する
ことを特徴とする請求の範囲第35項に記載のロボット装置。

41. 他のロボット装置とユーザとの対話を検知する対話検知手段を具え、
上記性格判別手段は、上記対話検知手段の検知結果を参照して、上記他のロボ
ット装置の性格を判別する
ことを特徴とする請求の範囲第33項に記載のロボット装置。

42. ロボット装置の出力を検知して、この検知結果に基づいて、当該ロボット
装置の性格を判別する
ことを特徴とするロボット装置の性格判別方法。

43. 性格判別結果が他のロボット装置の性格の変化に使用される
ことを特徴とする請求の範囲第42項に記載のロボット装置の性格判別方法。

4 4. 上記ロボット装置の出力である上記ロボット装置の行動から感情を認知して、感情の認知結果に基づいて、上記ロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第42項に記載のロボット装置の性格判別方法。

4 5. 一定時間内の上記感情の認知結果に基づいて、上記ロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第44項に記載のロボット装置の性格判別方法。

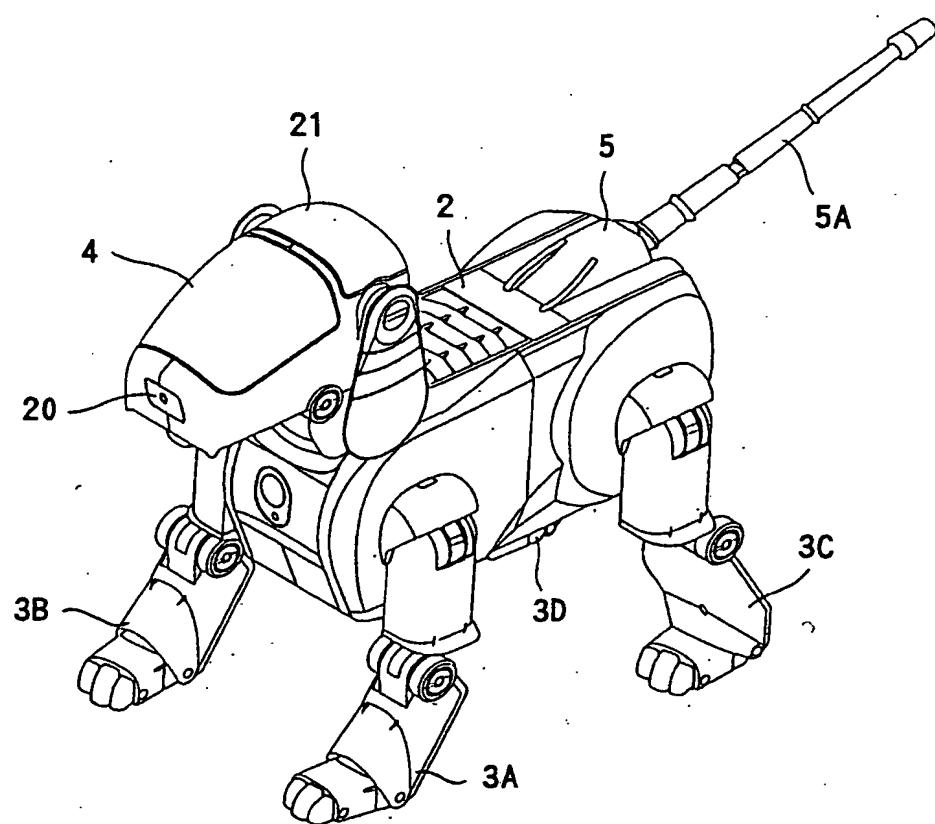
4 6. 上記ロボット装置の出力である上記ロボット装置からの感情データ又は性格データを検知し、上記感情データ又は性格データに基づいて、上記ロボット装置の性格を判別する

ことを特徴とする請求の範囲第42項に記載のロボット装置の性格判別方法。

4 7. 上記ロボット装置の感情に起因する動作パターンを記憶している他のロボット装置が、上記ロボット装置の動作と当該行動パターンとを比較することにより、感情を認知する

ことを特徴とする請求の範囲第44項に記載のロボット装置の性格判別方法。

THIS PAGE BLANK (USPTO)



1(100) ペットロボット

図 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

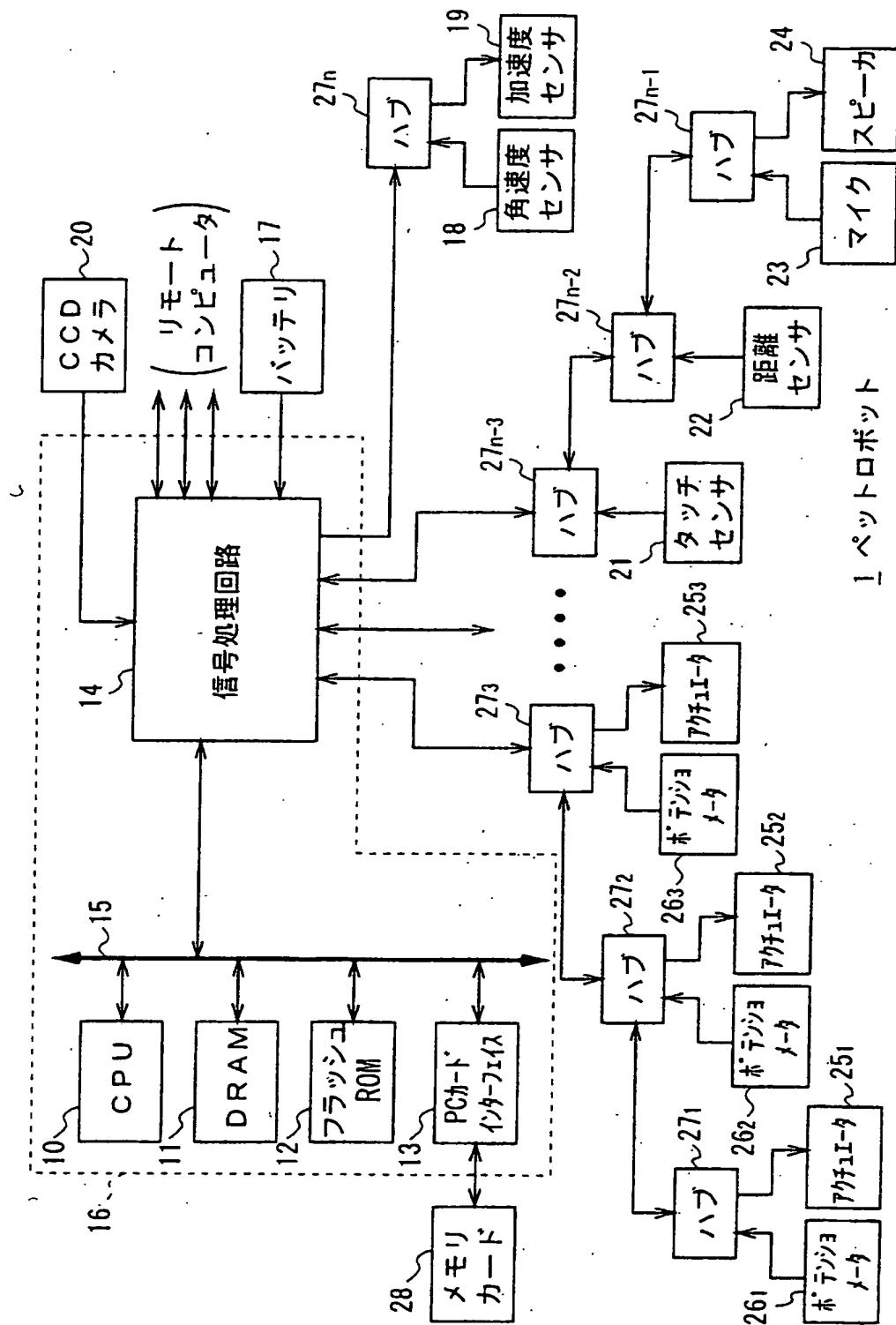
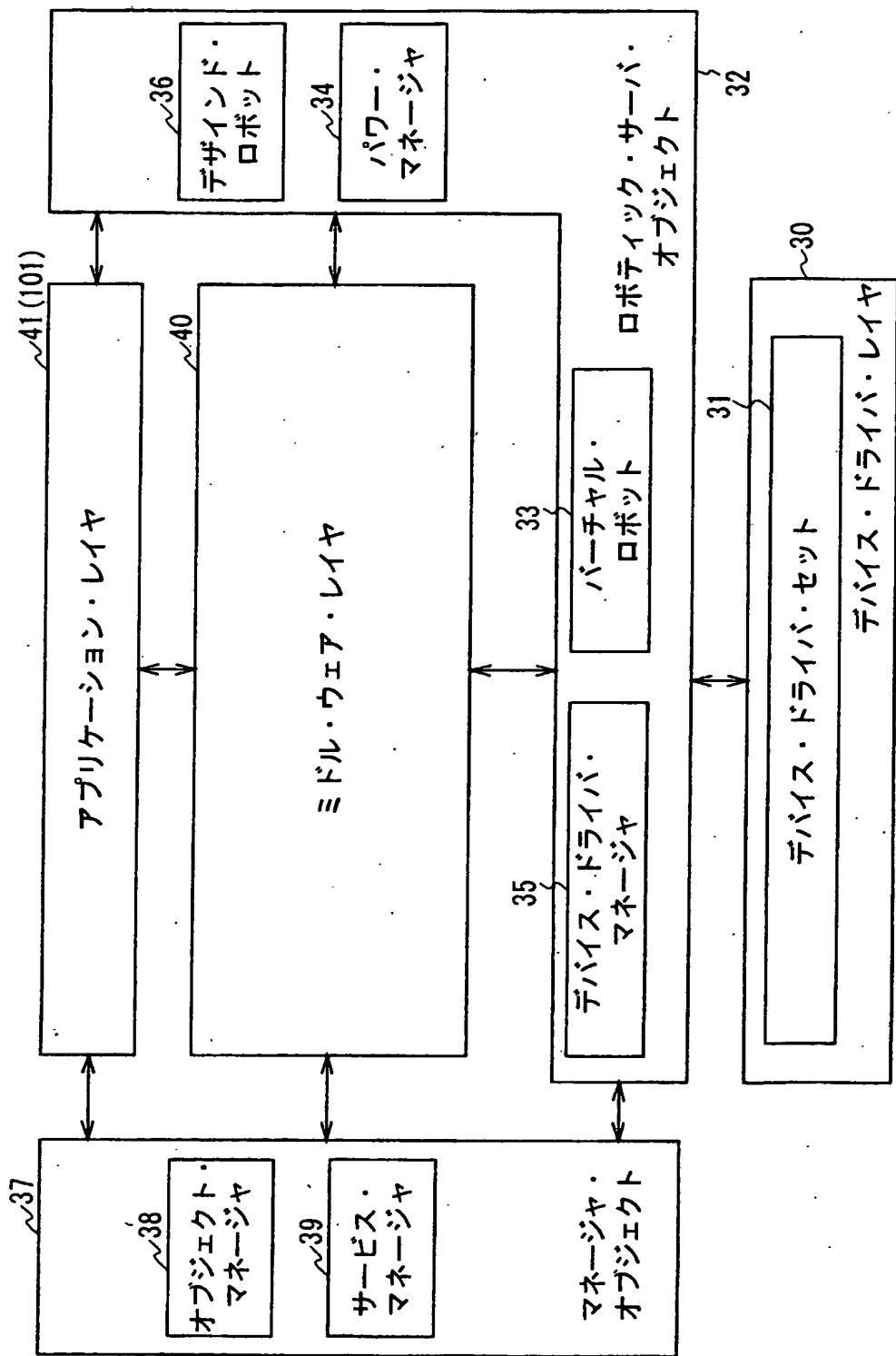


図2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



三

THIS PAGE BLANK (USPTO)

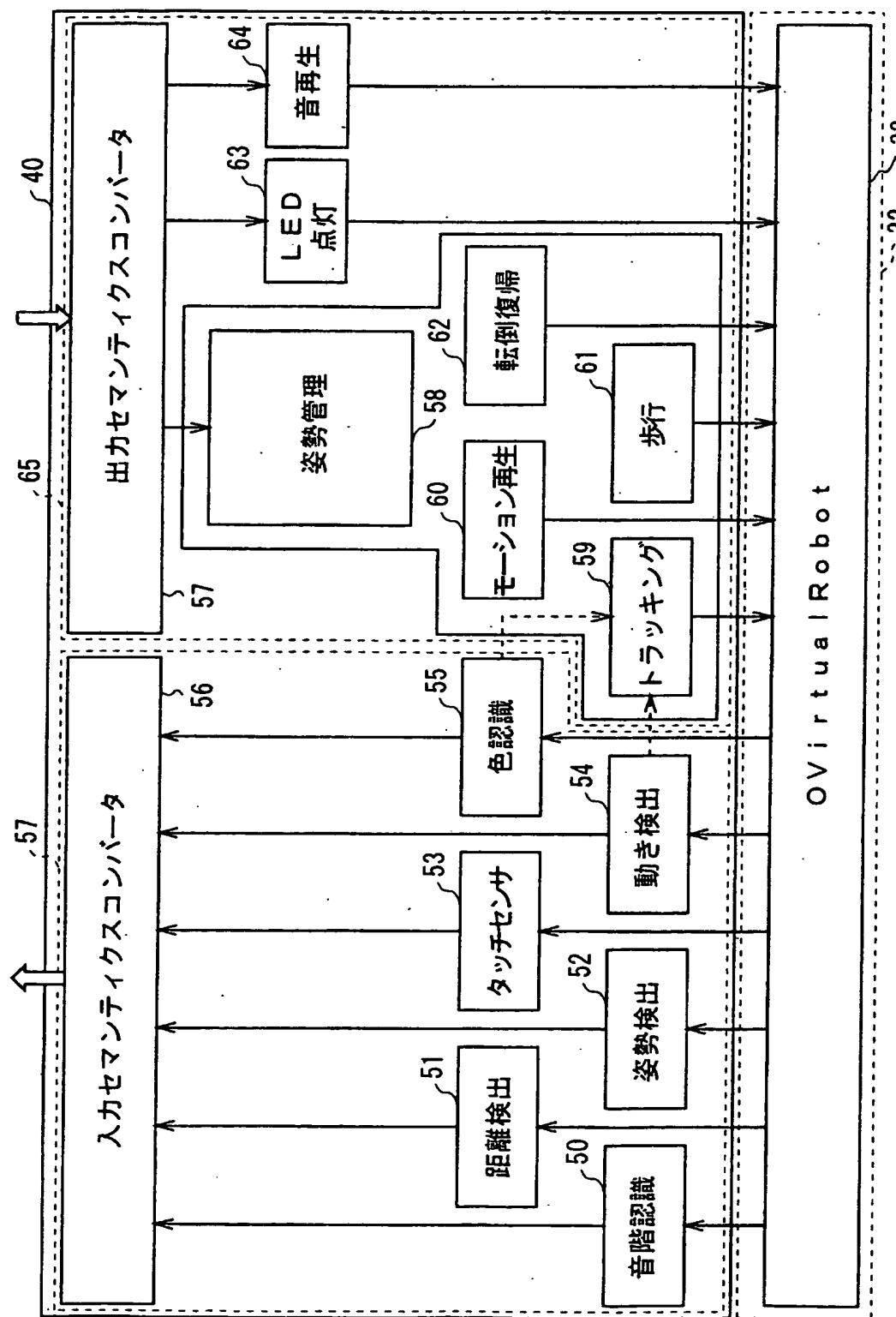


図 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

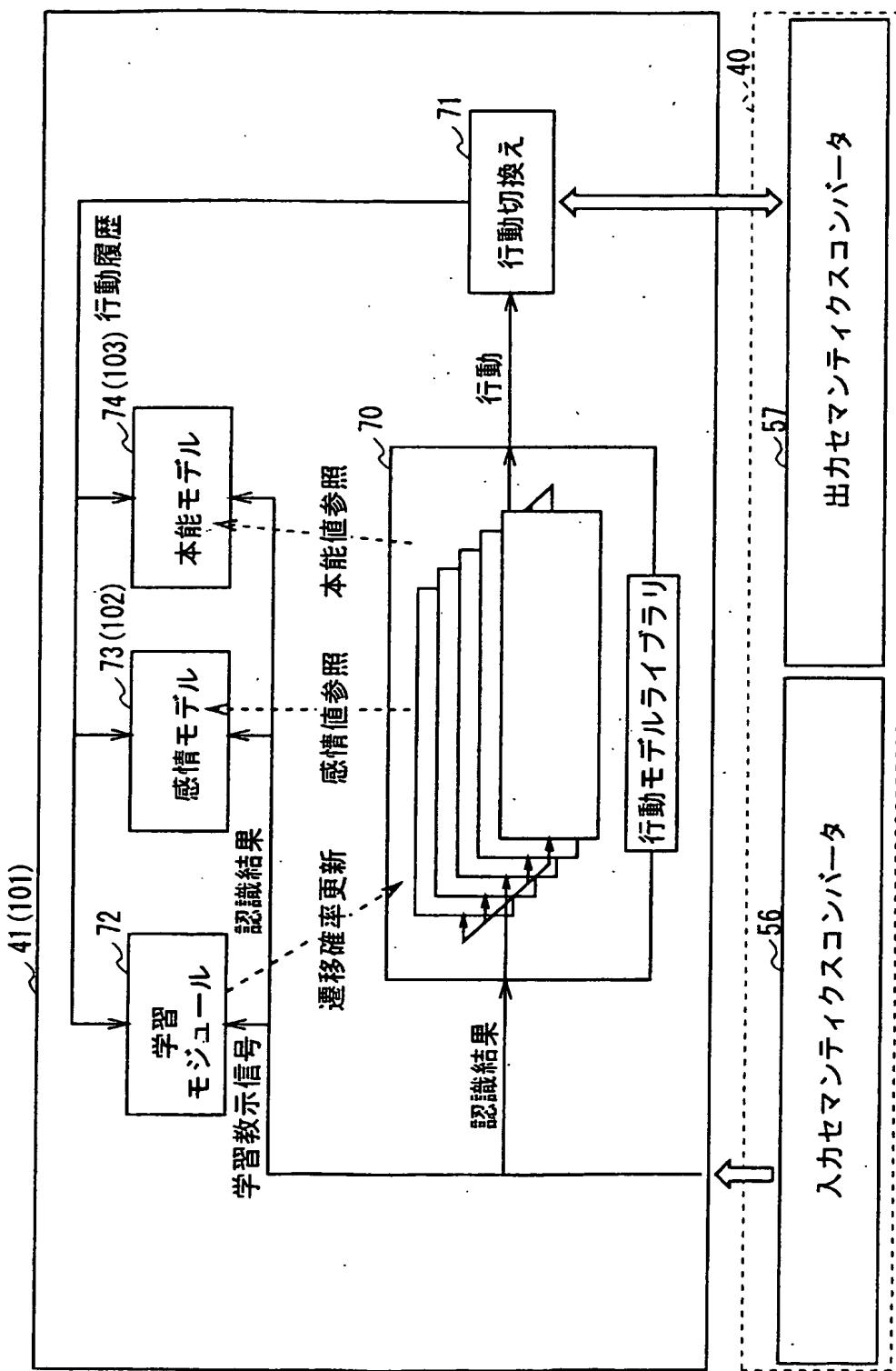


図 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

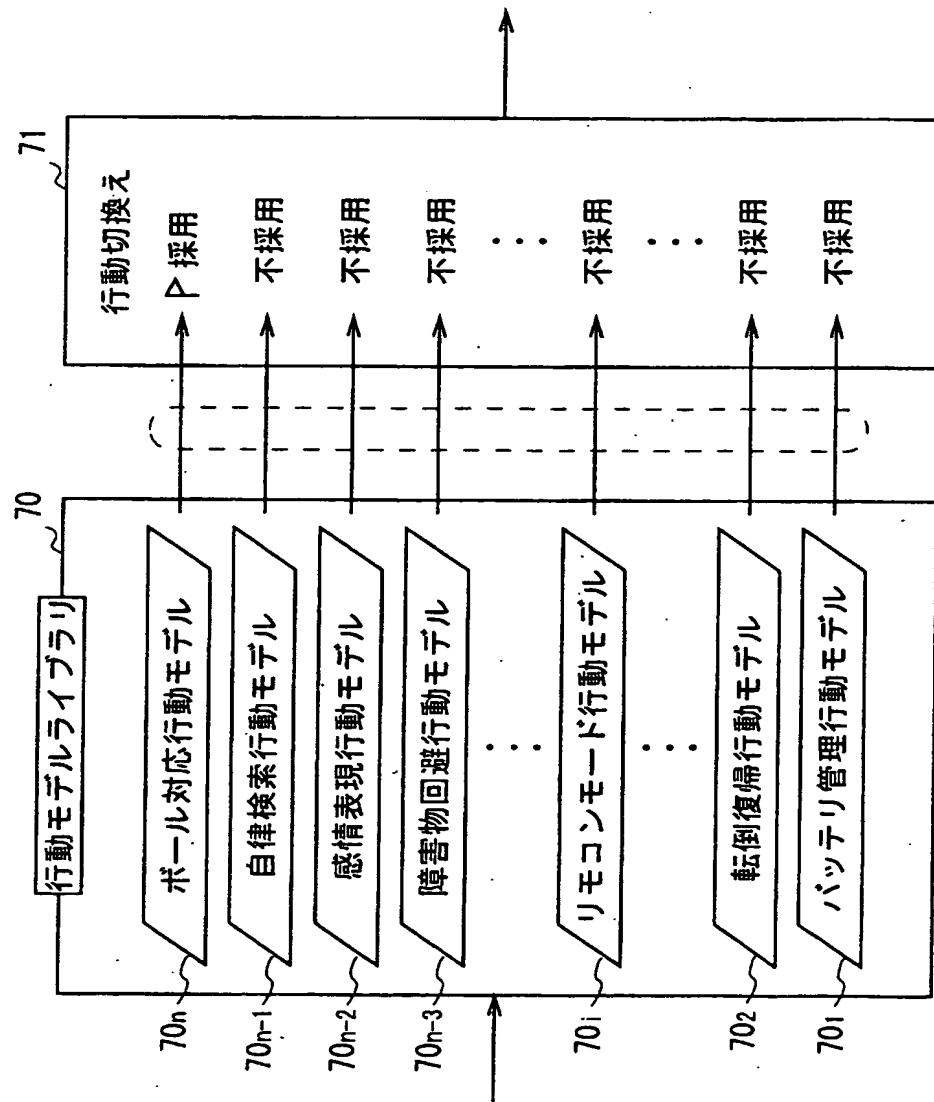


図6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

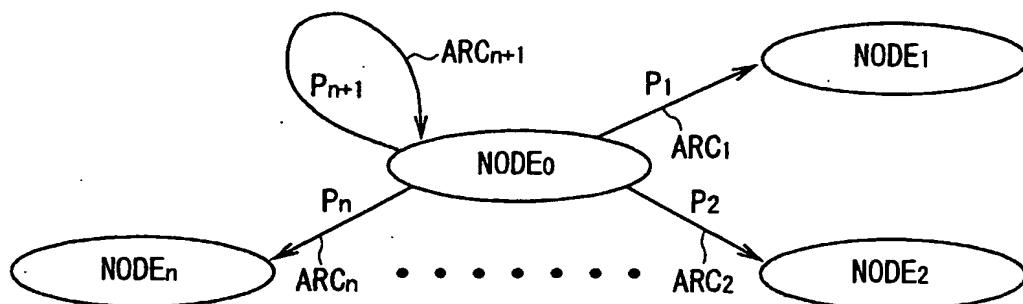


図 7

「幼年期」

node 100	, 1行目	, 1列目	, 20%
node 100	, 1行目	, n列目	, 30%
node 320	, 3行目	, 3列目	, 0 %
node 720	, 2行目	, 4列目	, 15%

91A

⋮

「成人期」

node 230	, 1行目	, 3列目	, 40%
node 230	, 1行目	, 4列目	, 0 %
node 520	, 4行目	, 15列目	, 20%

91D

ノード名 変更箇所 変更後の
遷移確率

図 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

入力バケット名		データ名		データの範囲		他のノードへの遷移確率	
node 100				A	B	C	D
				node 120	node 120	node 1000	node 600
				ACTION 1	ACTION 2	MOVE BACK	ACTION 4
1	BALL	SIZE	0,1000	30%			
2	PAT				40%		
3	HIT				20%		
4	MOTION					50%	
5	OBSTACLE	DISTANCE	0,100			100%	
6		JOY	50,100				
7		SURPRISE	50,100				
8		SADNESS	50,100				

80

図 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

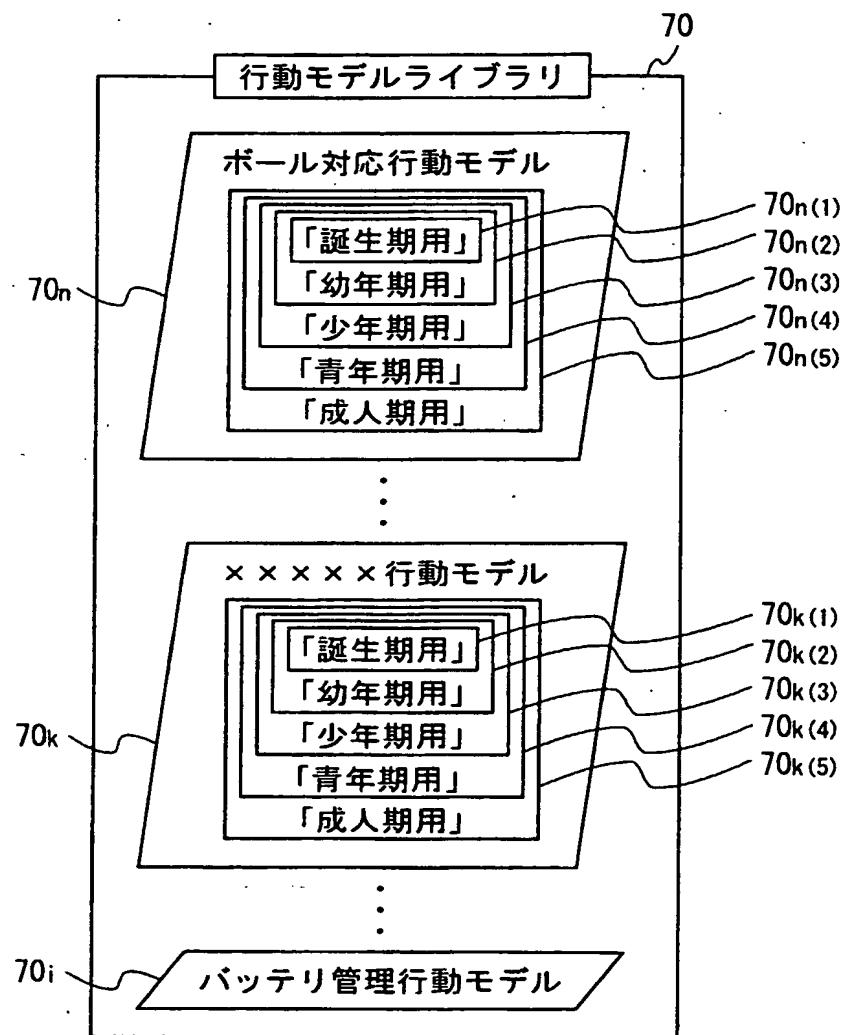


図 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

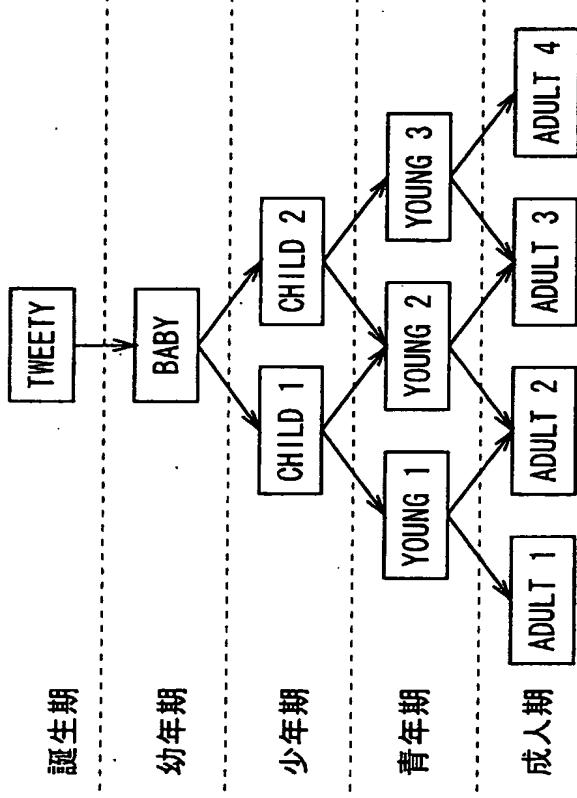


図 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

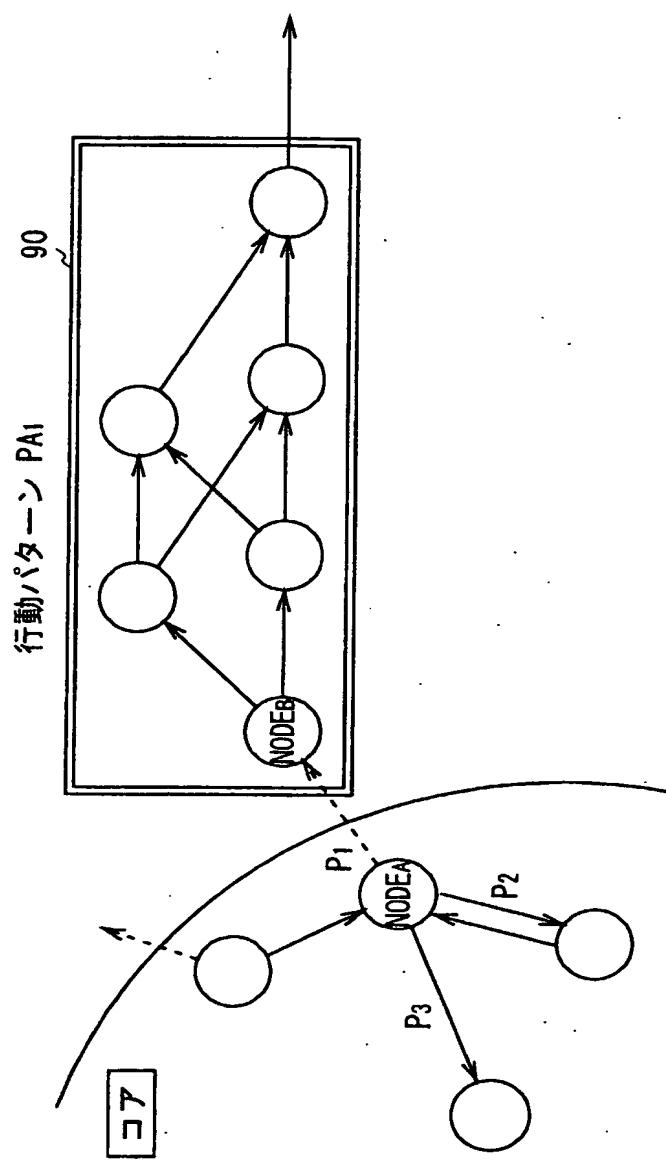


図 11

THIS PAGE BLANK (USPTO)

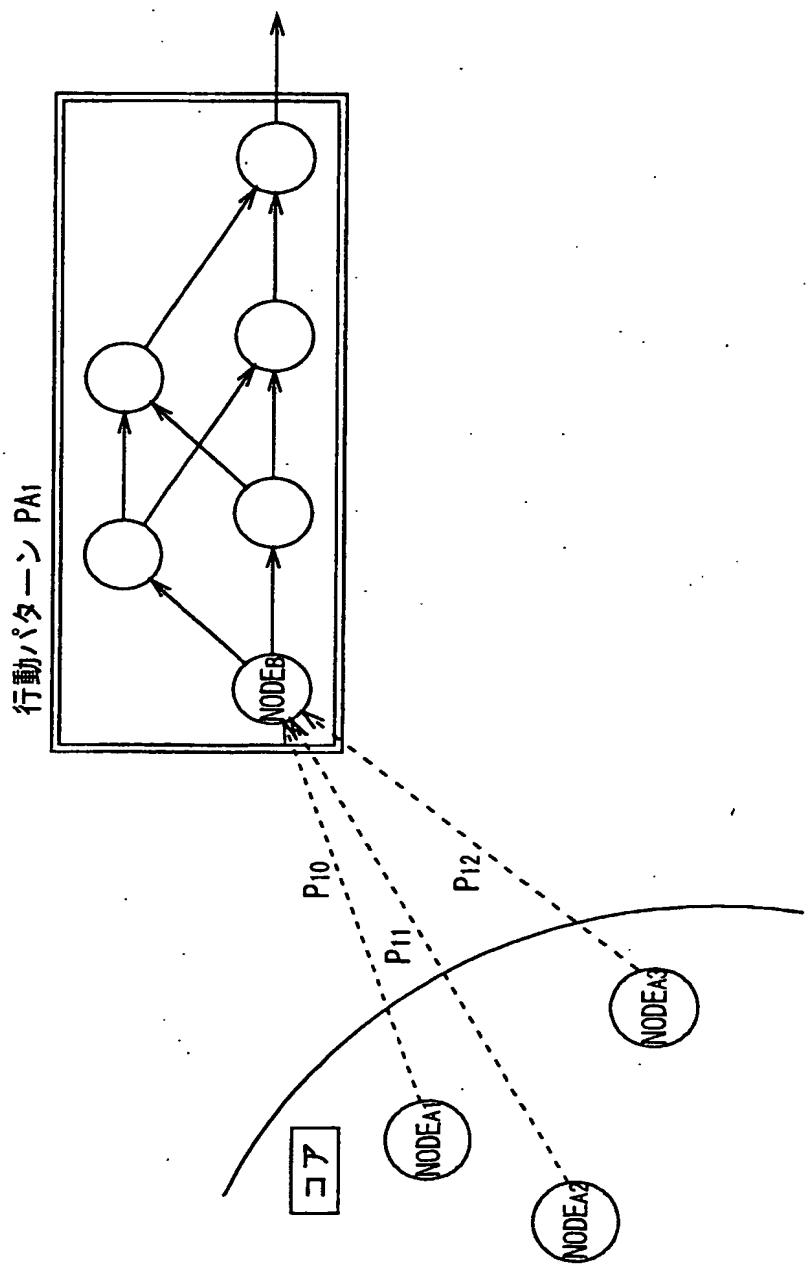


図 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)

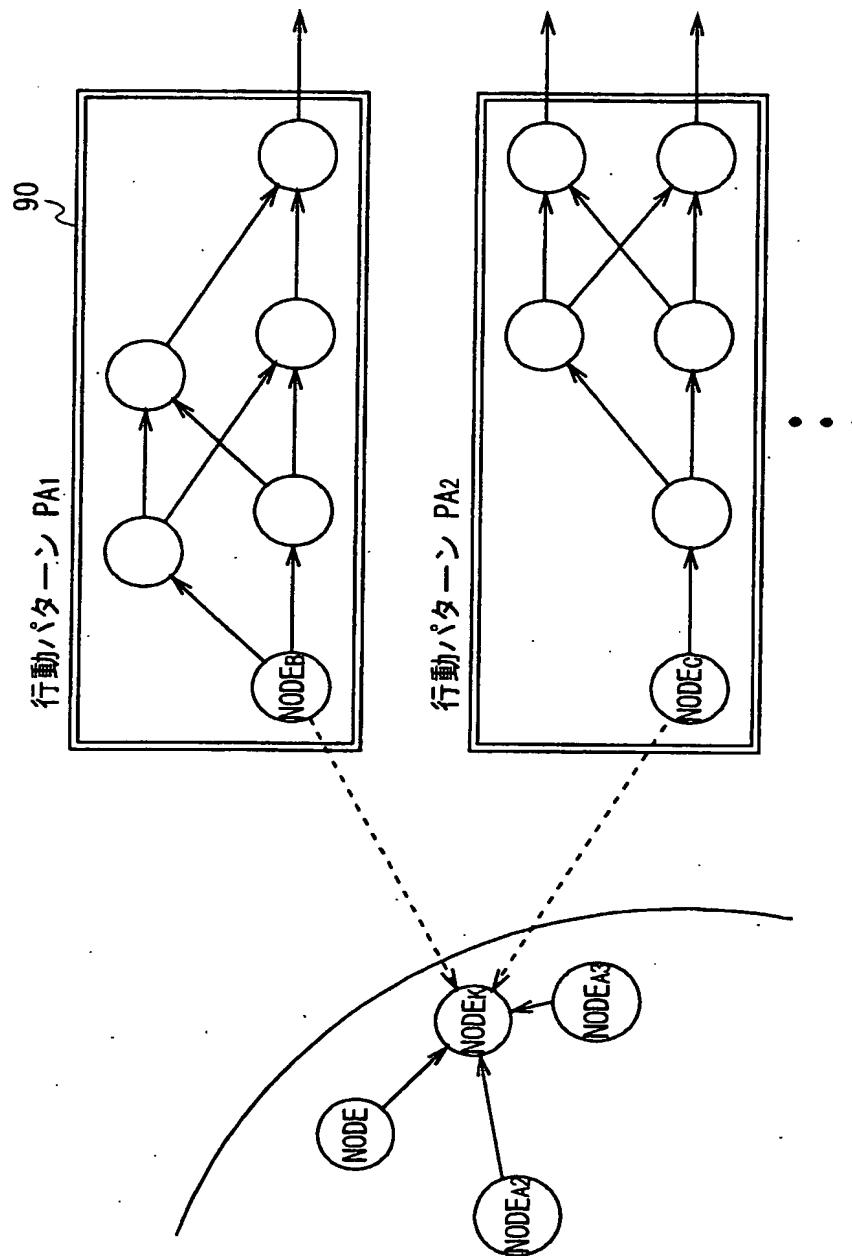


図 14

THIS PAGE BLANK (USPTO)

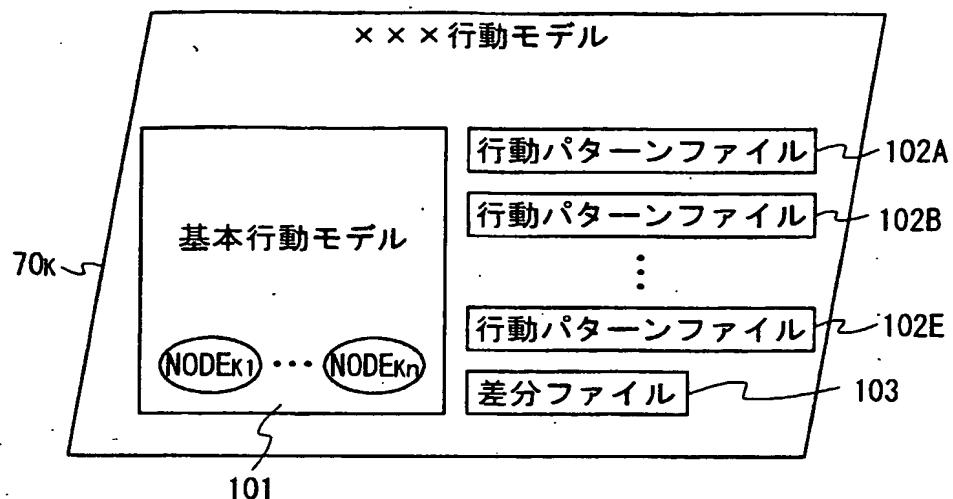


図 15

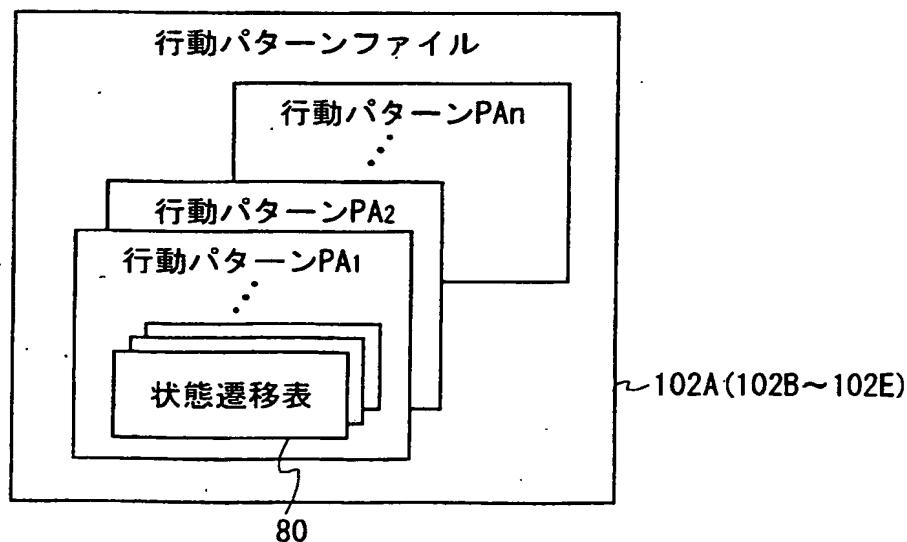


図 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

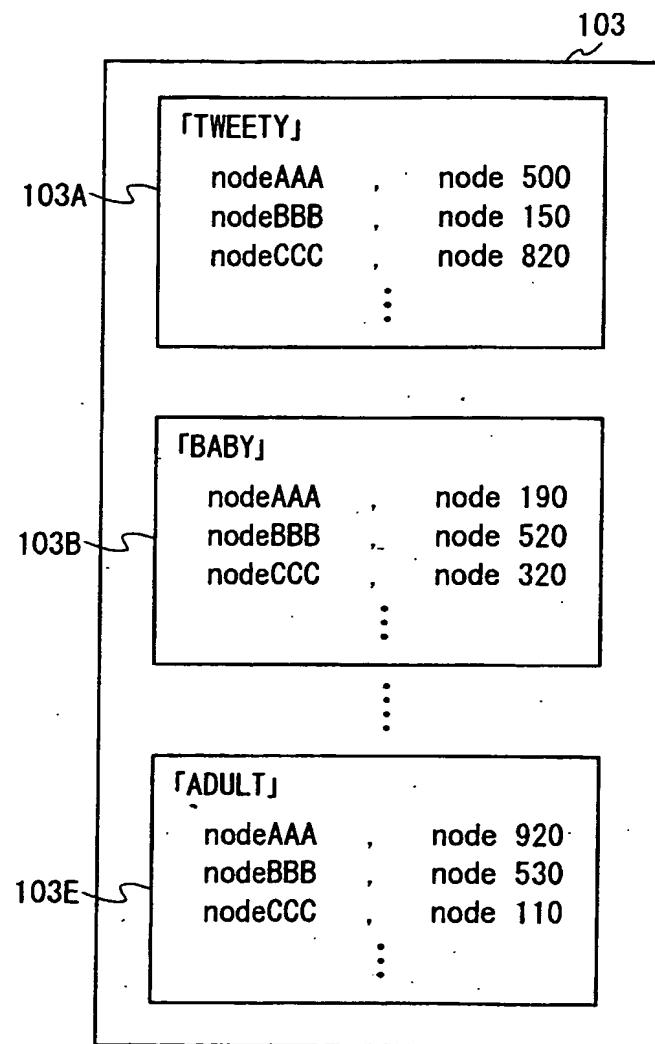
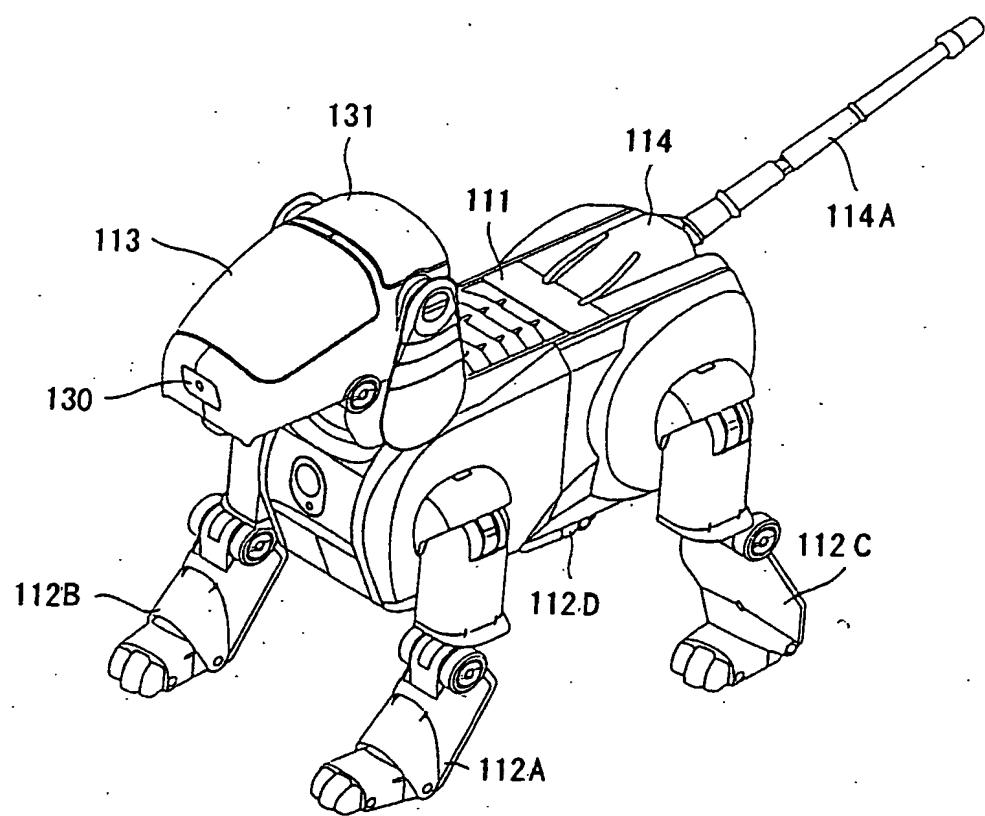


図 17

THIS PAGE BLANK (USPTO)



110(205) ペットロボット

図 18

THIS PAGE BLANK (USPTO)

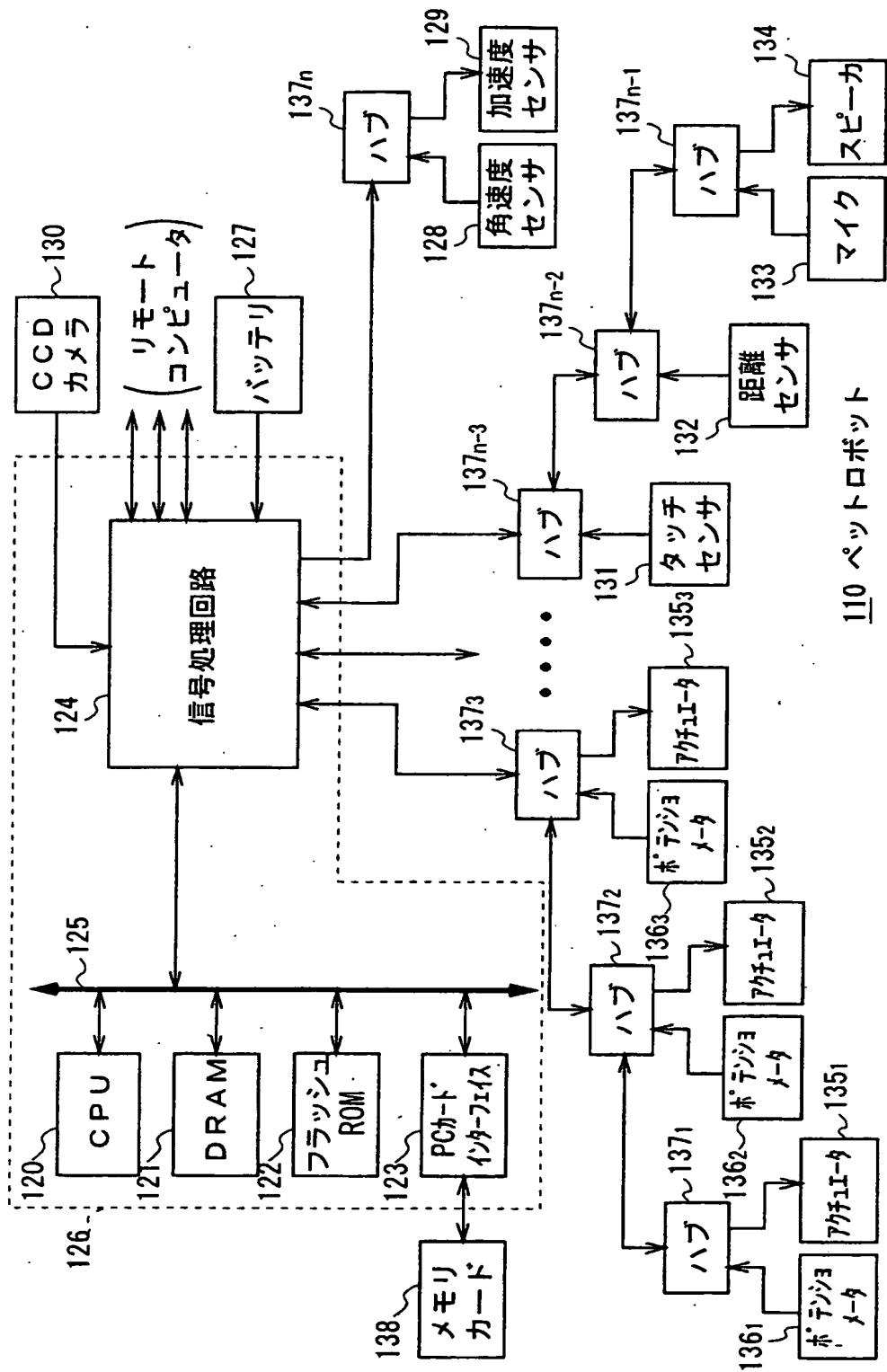
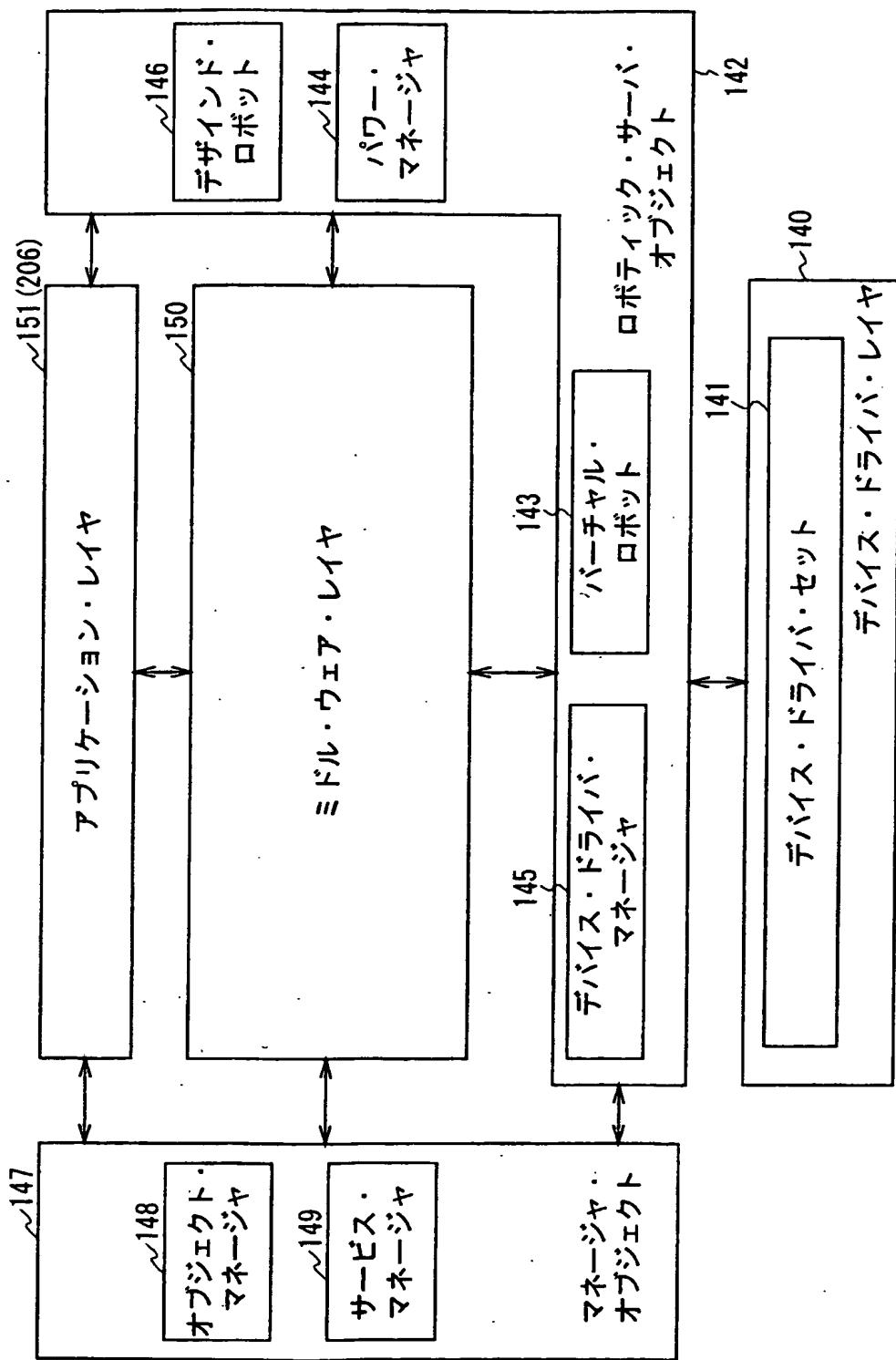


図 19

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

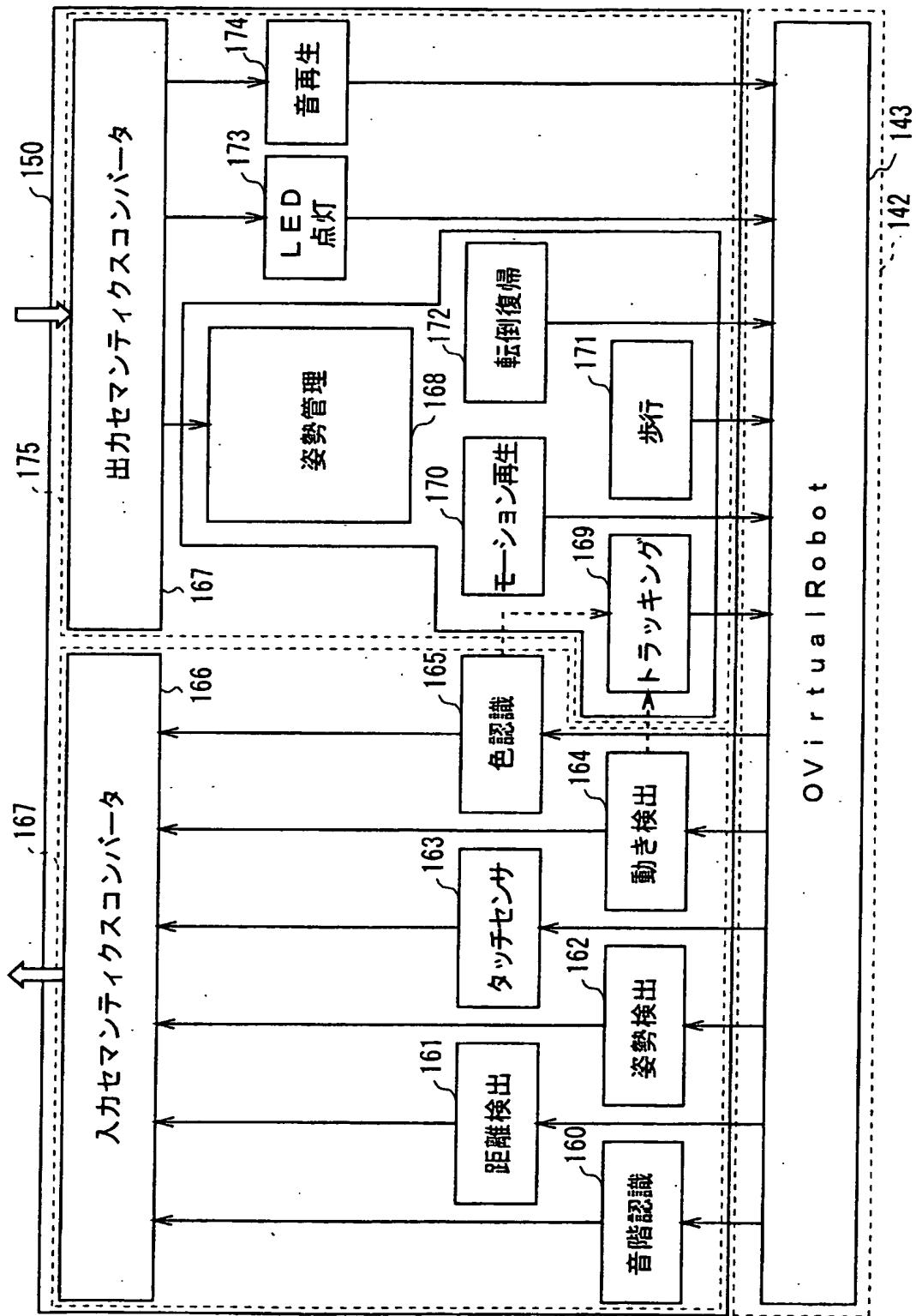
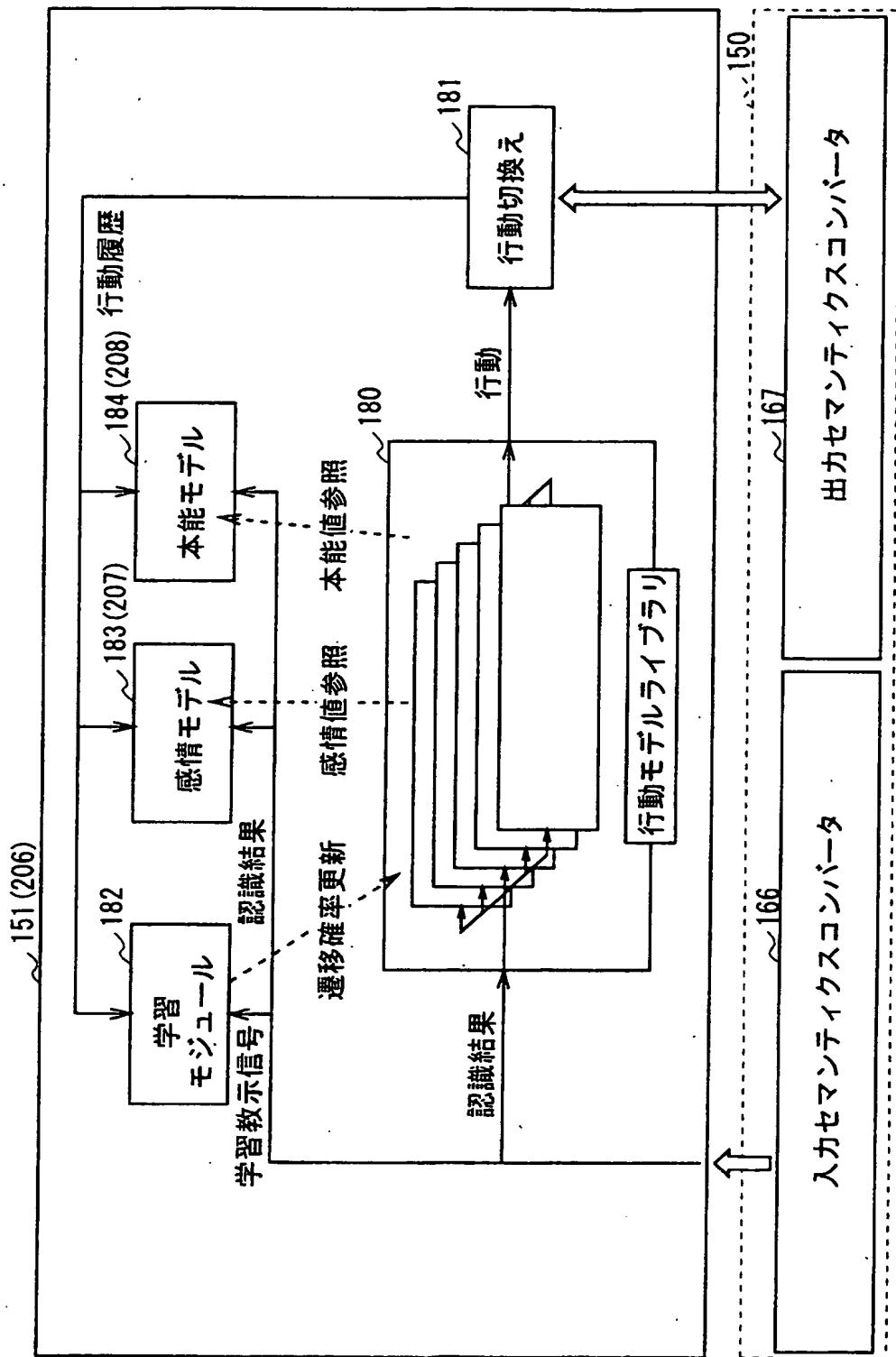


図 21

THIS PAGE BLANK (USPTO)



22

THIS PAGE BLANK (USPTO)

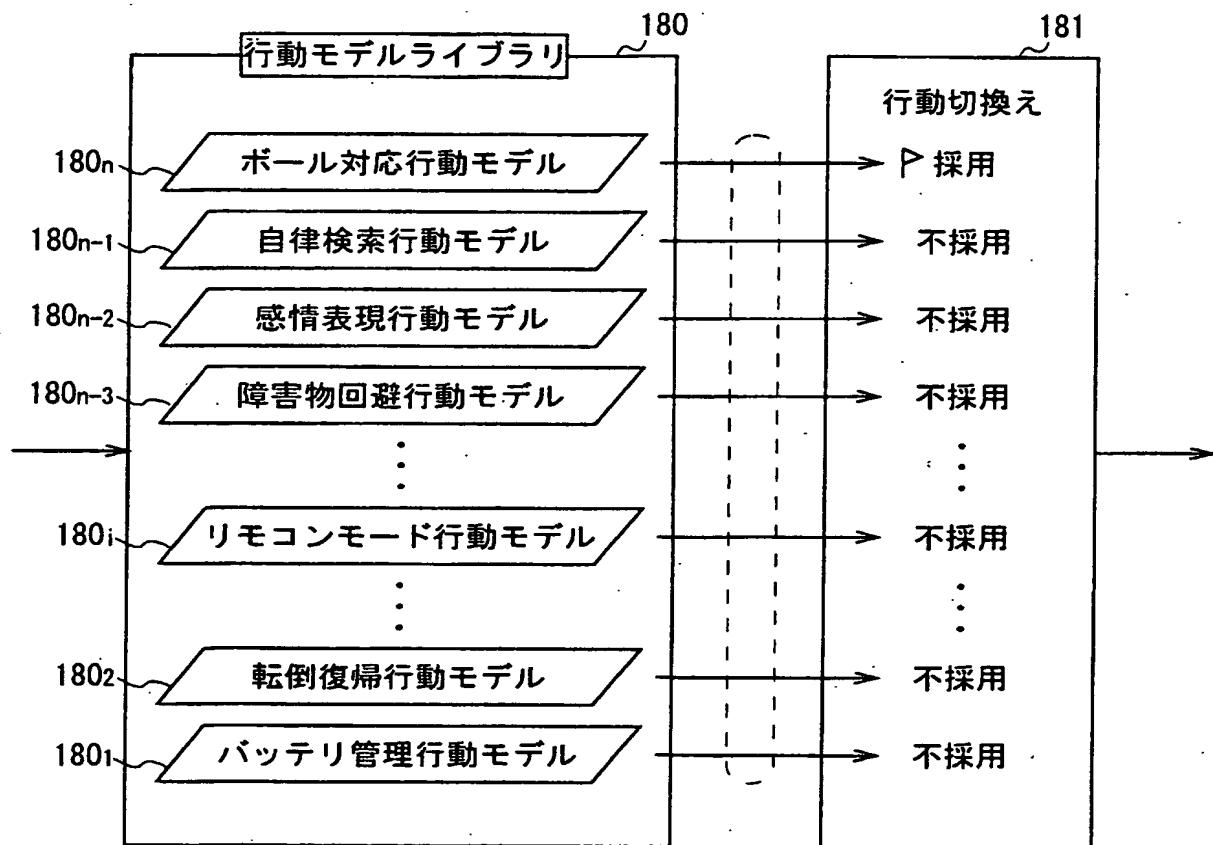


図 23

THIS PAGE BLANK (USPTO)

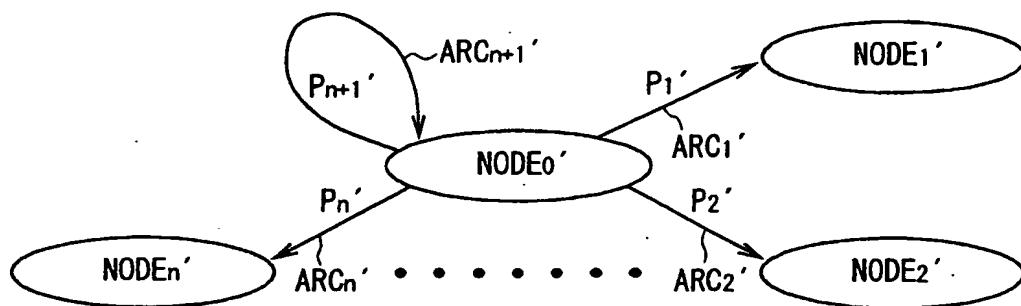


図 2 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

入力バケット名 データ名 テーマの範囲		他のノードへの遷移確率 D_i							
		A	B	C	D	E	F	G	H
遷移先ノード 出力行動	node 100								
		node 120	node 120	node 1000	node 1000				
	1 BALL	SIZE	0.1000	30%	ACTION 1	ACTION 2	MOVE BACK		ACTION 4
	2 PAT								
	3 HIT								
	4 MOTION								
	5 OBSTACLE	DISTANCE	0.100						
	6	JOY	50.100						
	7	SURPRISE	50.100						
	8	SADNESS	50.100						

190

図 25

THIS PAGE BLANK (USPTO)

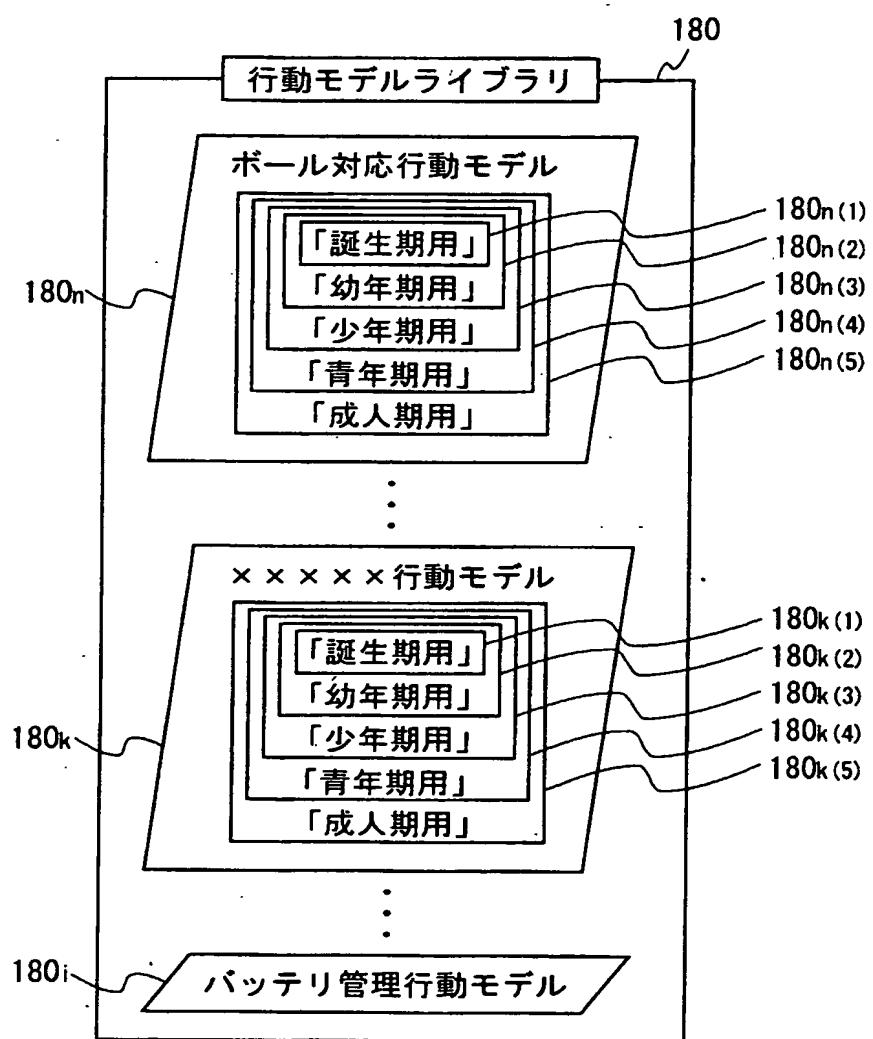


図 26

THIS PAGE BLANK (USPTO)

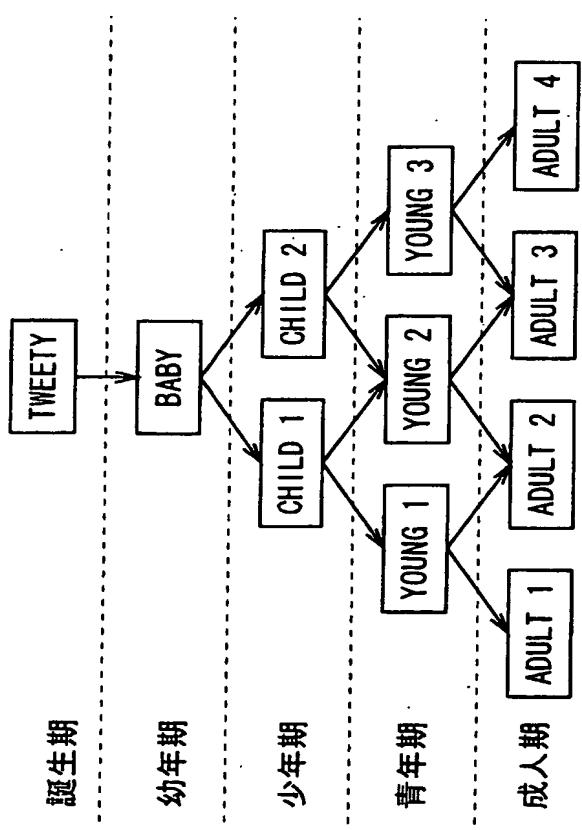


図27

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
200A TWEETY	200B BABY	200C CHILD	200D YOUNG	200E ADULT
Joy 0.3 Fear 0.4 Anger 0.0 Surprise 0.0 Disgust 0.0 Sadness 0.0	Joy 0.4 Fear 0.6 Anger 0.3 Surprise 0.0 Disgust 0.0 Sadness 0.0	Joy 0.5 Fear 0.8 Anger 0.6 Surprise 0.9 Disgust 0.0 Sadness 0.0	Joy 0.6 Fear 0.6 Anger 0.8 Surprise 0.7 Disgust 0.5 Sadness 0.6	Joy 0.7 Fear 0.5 Anger 0.4 Surprise 0.6 Disgust 0.5 Sadness 0.5

图 28

THIS PAGE BLANK (USPTO)

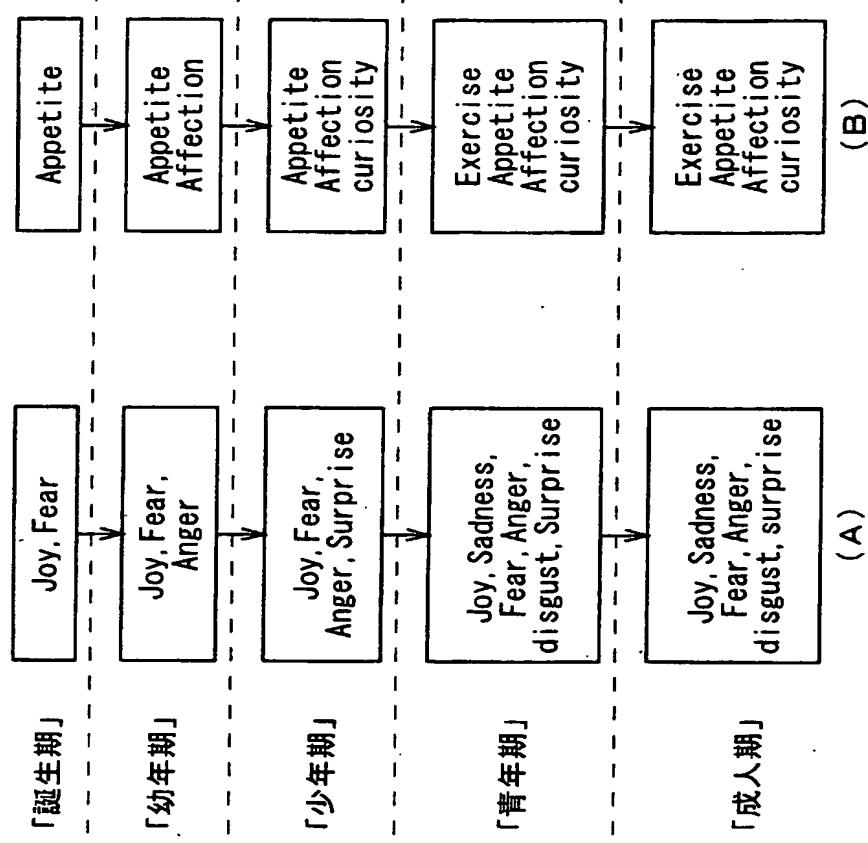


図 29

THIS PAGE BLANK (USPTO)

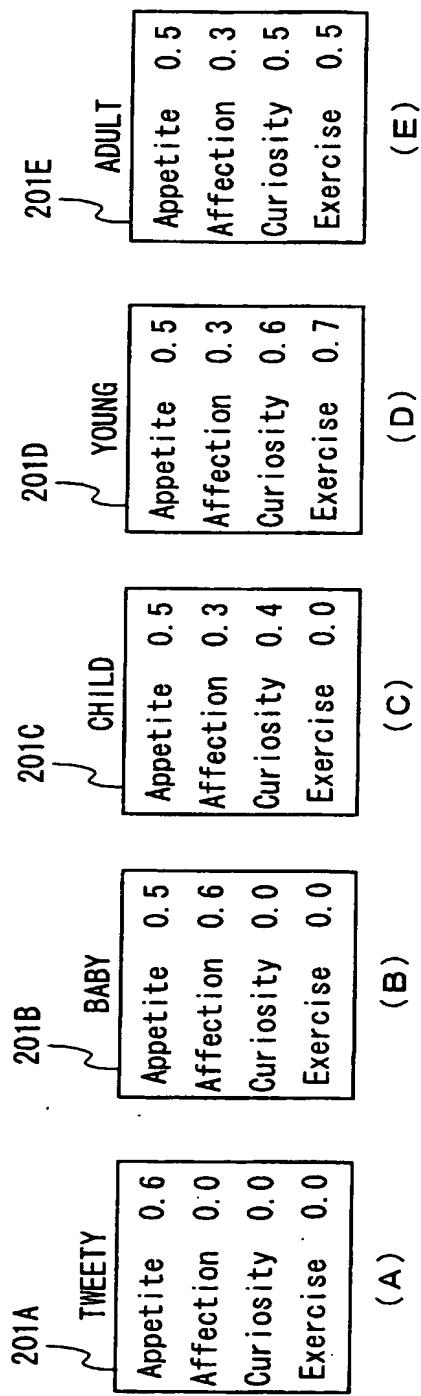


图 30

THIS PAGE BLANK (USPTO)



図 3 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

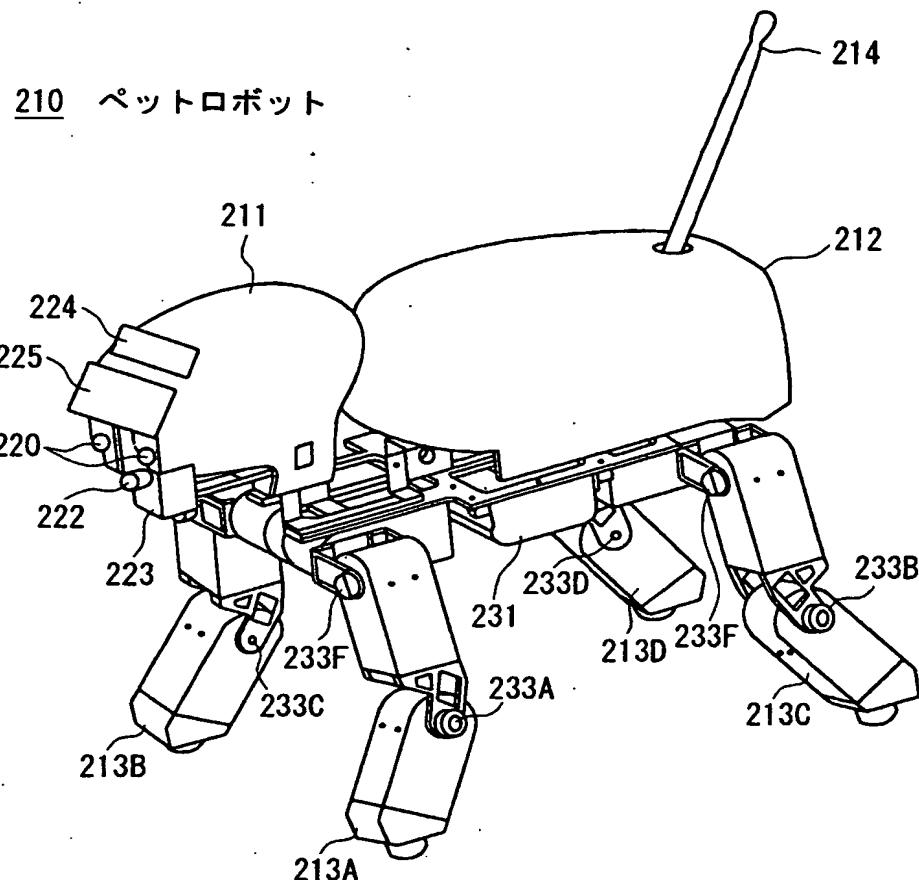
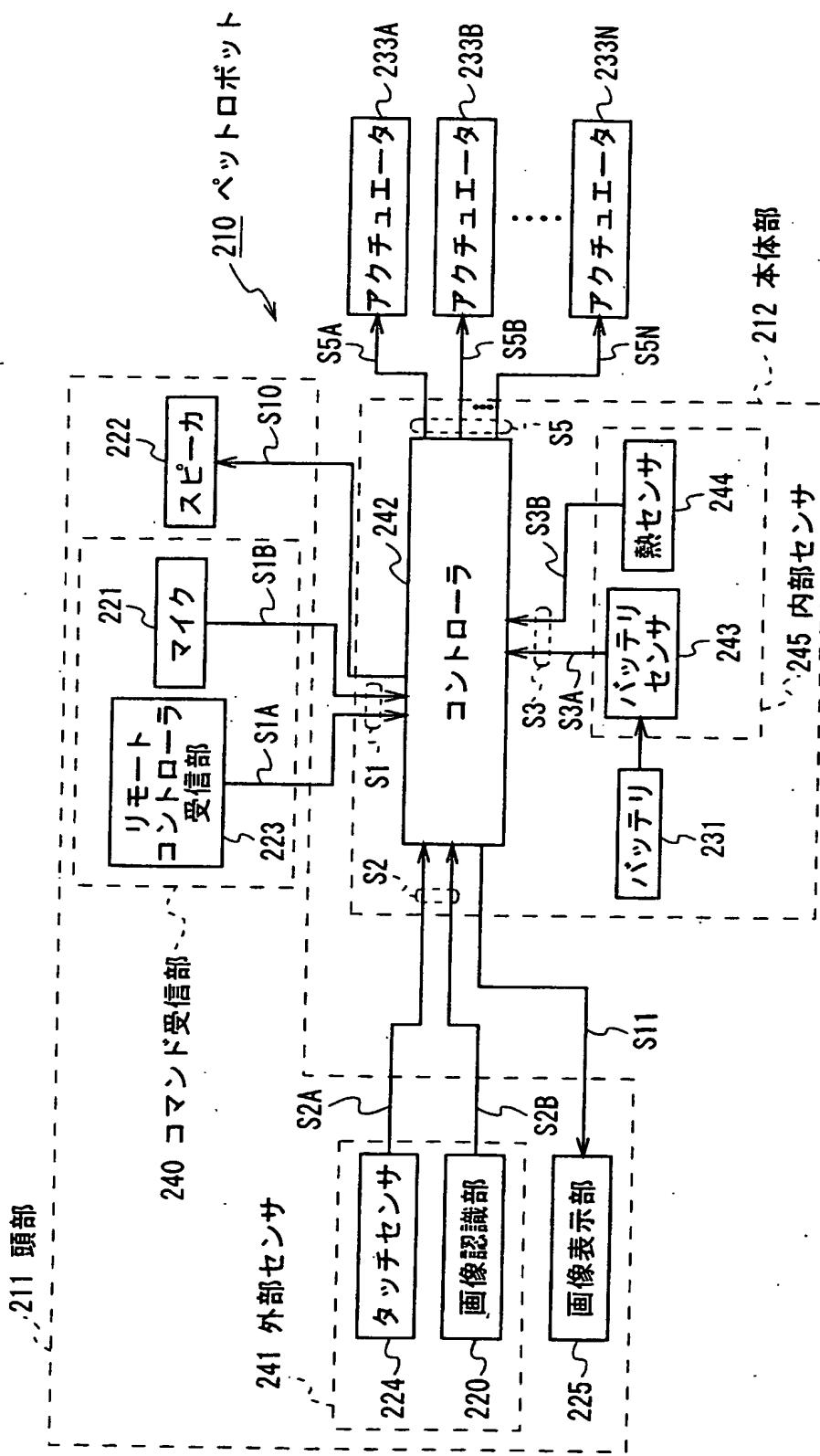


図 3 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

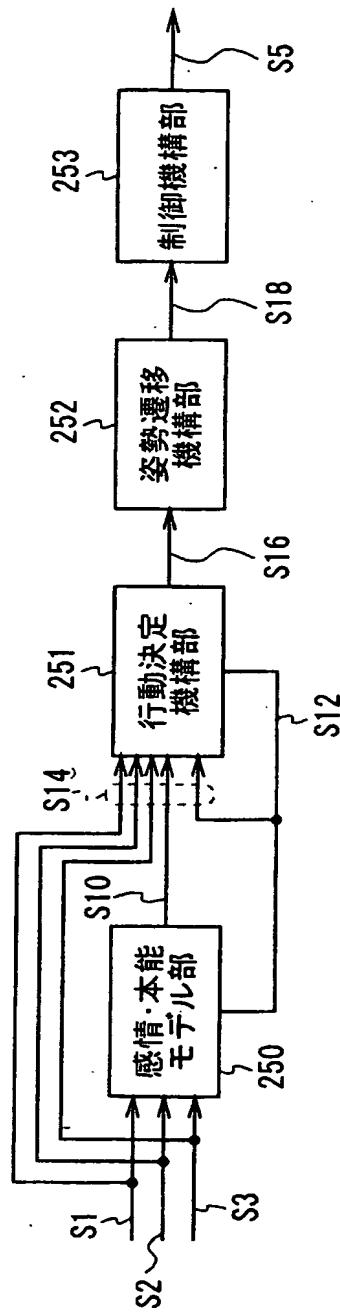
242

図 3 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

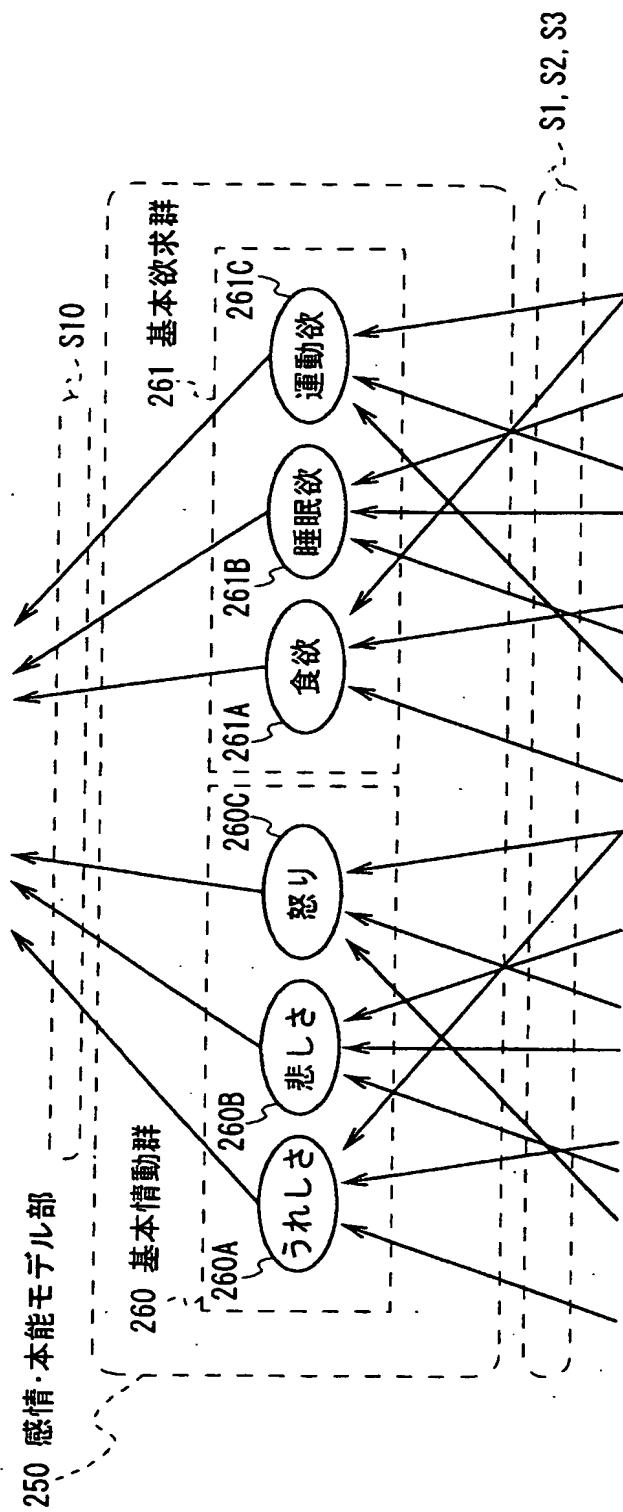


図 35

THIS PAGE BLANK (USPTO)

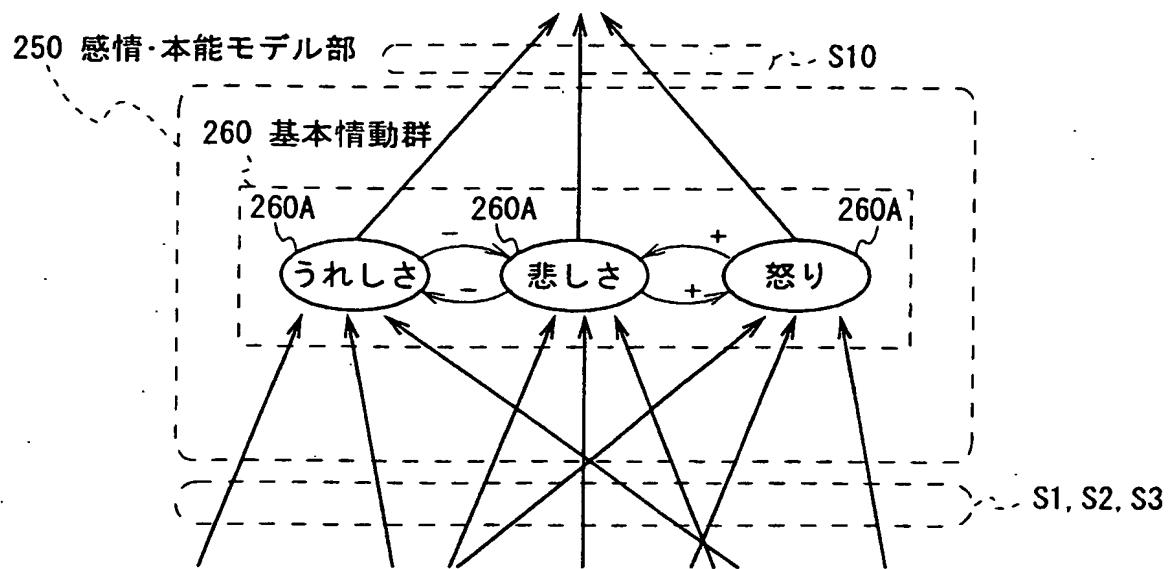


図 3 6

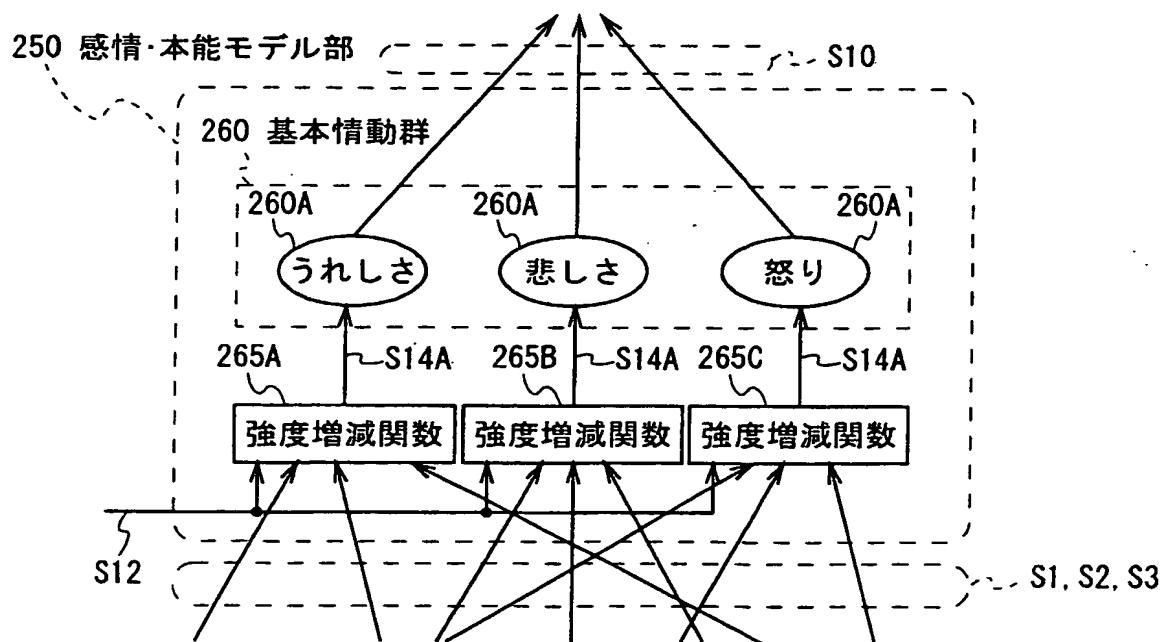


図 3 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)

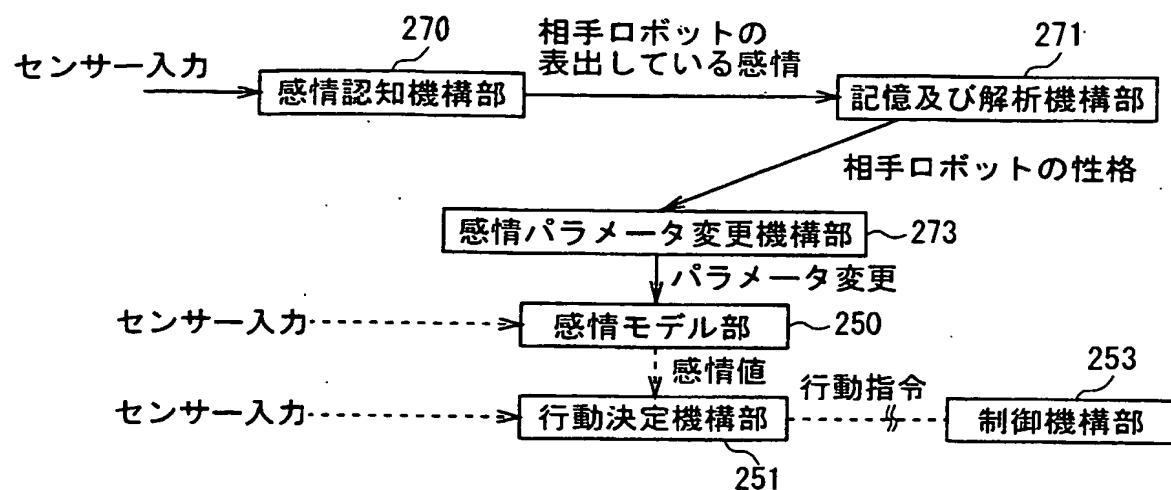


図 3 8

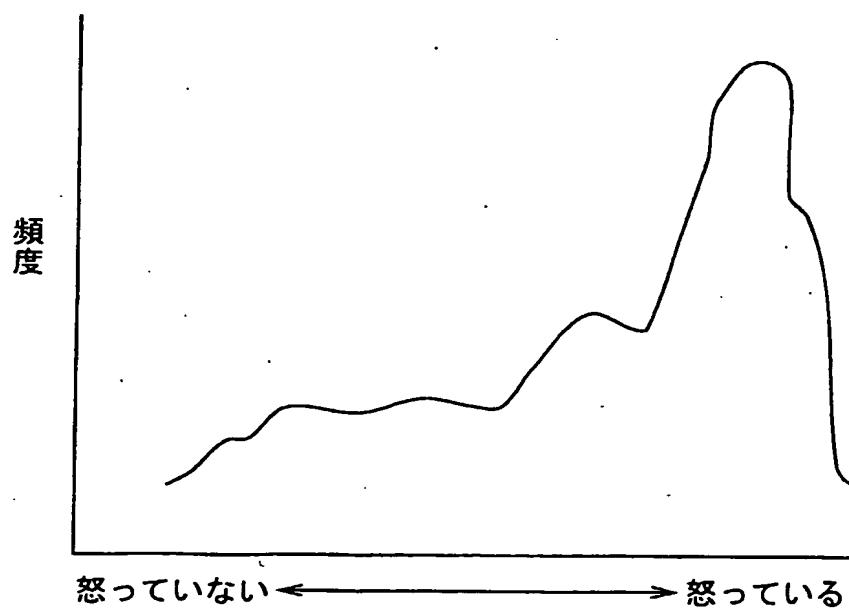


図 3 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

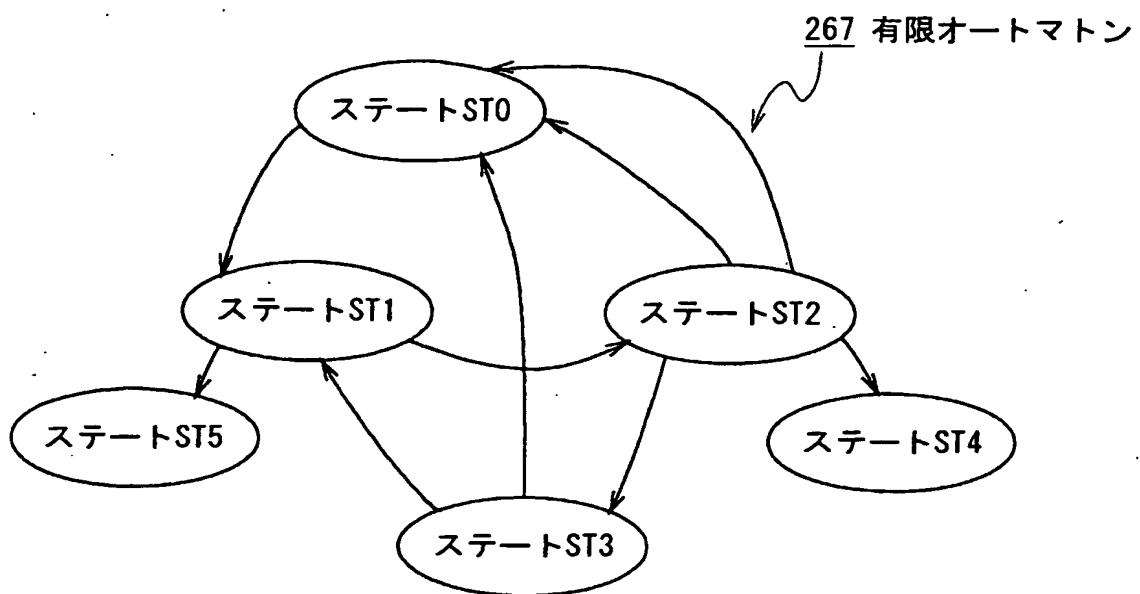


図 4 O

THIS PAGE BLANK (USPTO)

270 有向グラフ

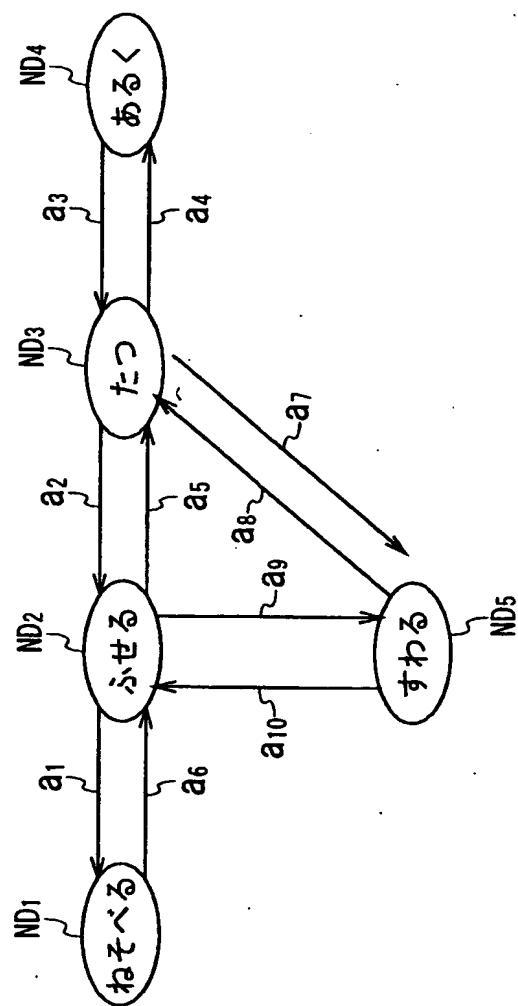


図 4-1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

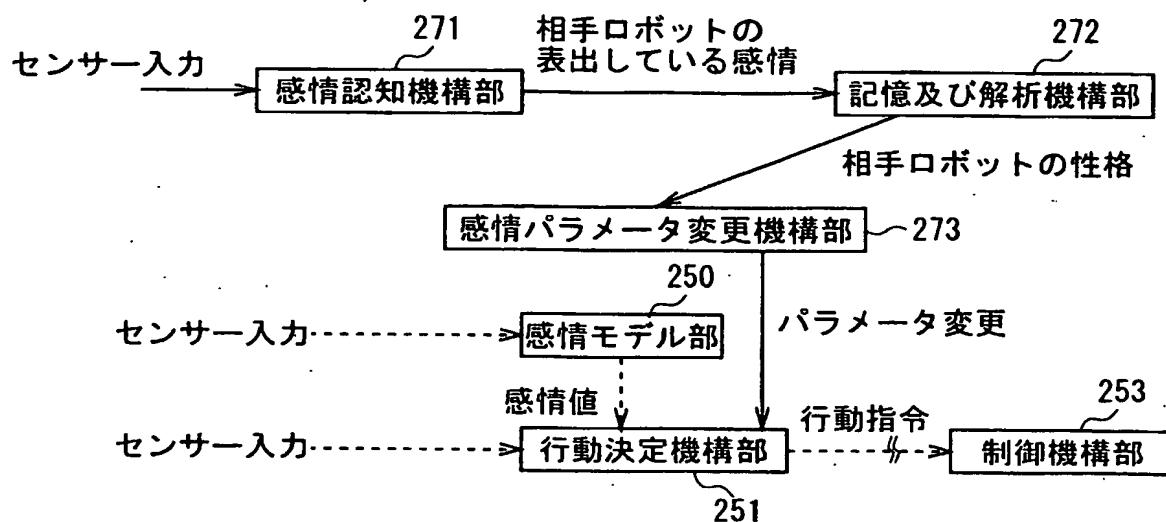


図 4 2

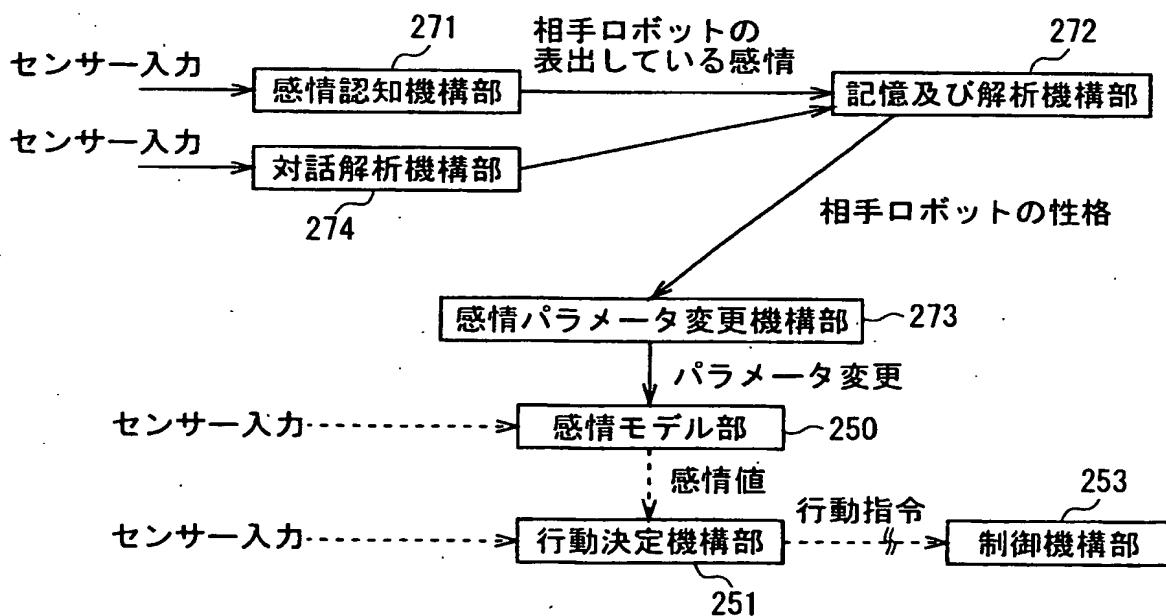
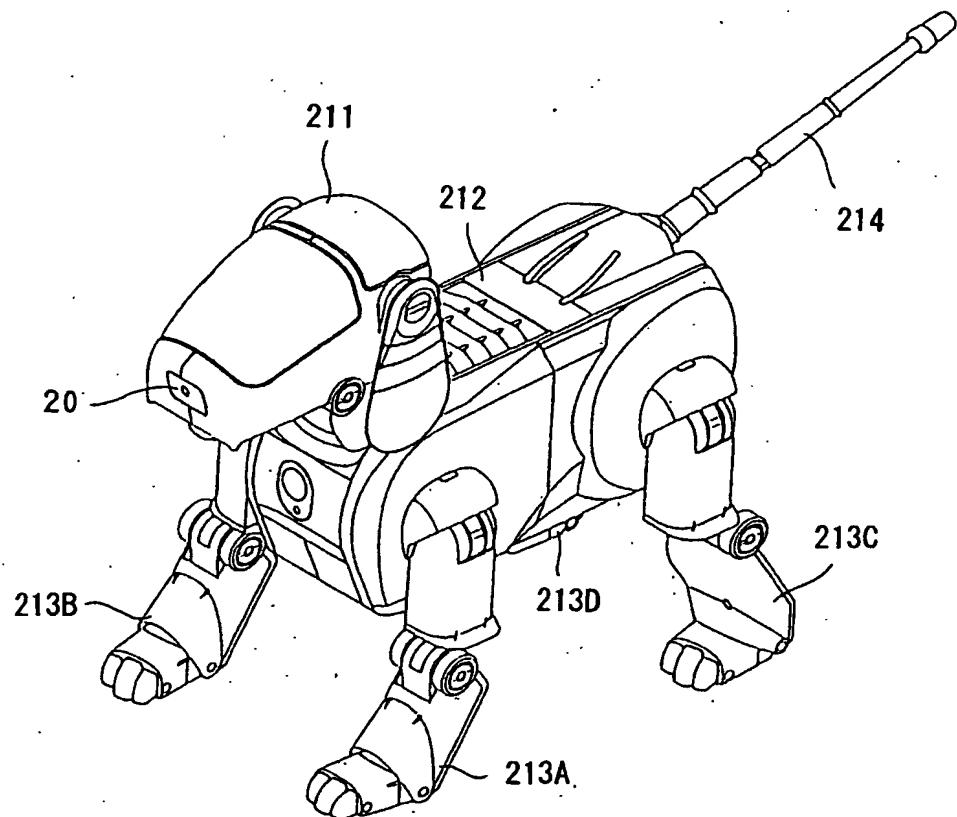


図 4 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)



210 ペットロボット

図 4 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

符 号 の 説 明

1、100、110、205、210……ペットロボット、10、120、242……C P U、16、126……コントロール部、33、143……バーチャルロボット、40、150……ミドル・ウェア・レイヤ、41、151、206… …アプリケーション・レイヤ、70、180……行動モデルライブラリ、 $70_1 \sim 70_n$ 、 70_k 、 $70_{k(1)} \sim 70_{k(5)}$ 、 $180_1 \sim 180_n$ 、 180_k 、 $180_{k(1)} \sim 180_{k(5)}$ 、 $180_{n(1)} \sim 180_{n(5)}$ ……行動モデル、91A～91D、103… …差分ファイル、101……基本行動モデル、102A～102E……行動パターンファイル、PA₁～PA_n……行動パターン、NODE_{k1}～NODE_{kn}……仮想ノード、200A～200E……感情パラメータファイル、201A～201E……本能パラメータファイル、72、182……学習モジュール、73、102、183、207……感情モデル、74、103、184、208……本能モデル、k_o、k_i……係数、215……検知手段、216……性格判別手段、217……性格変化手段、270……感情認知機構部、271……記憶及び解析機構部、273……感情パラメータ変更機構部、274……対話解析機構部。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1920-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5870527, A (Sony Corporation), 09 February, 1999 (09.02.99), Claims & JP, 9-114514, A Claims	1-32
X A	JP, 7-104778, A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 21 April, 1995 (21.04.95), page 2, Column 2, lines 6 to 36; Fig. 1 (Family: none)	19-22, 29-32 13-18, 23-28
X	JP, 10-235019, A (Sony Corporation), 08 September, 1998 (08.09.98), page 5, Column 8, line 38 to page 6, Column 10, line 8; Fig. 5 (Family: none)	33-47
A	EP, 898237, A (SONY CORPORATION), 24 February, 1999 (24.02.99), Claims; Fig. 3 & JP, 11-126017, A Claims; Fig. 3	33-47

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 February, 2001 (27.02.01)Date of mailing of the international search report
13 March, 2001 (13.03.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPOO/08472

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))
Int. Cl' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))
Int. Cl' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U.S. 5 870 527, A (Sony Corporation), 9. 2月. 1 999 (09. 02. 99), 特許請求の範囲, & J P, 9-1 14514, A, 特許請求の範囲	1-32
X	J P, 7-104778, A (富士ゼロックス株式会社), 2 A 1. 4月. 1995 (21. 04. 95), 第2頁第2欄第6行- 第36行, 第1図, (ファミリーなし)	19-22, 29-32
X	J P, 10-235019, A (ソニー株式会社), 8. 9月. 1998 (08. 09. 98), 第5頁第8欄第38行-第6頁第 10欄第8行, 第5図, (ファミリーなし)	13-18, 23-28
A	E P, 898237, A (SONY CORPORATION), 24. 2月. 1	33-47

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上
の文献との、当業者にとって自明である組合せによ
つて進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 02. 01

国際調査報告の発送日

13.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

田村 耕作

3C 9618



電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	999 (24. 02. 99), 特許請求の範囲, 第3図, & JP, 11-126017, A, 特許請求の範囲, 第3図	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

09/890231

JC17 Rec'd PCT/PTO 27 JUL 2001

Attorney Docket No. 450108-02861

New Patent Application filed **July 27, 2001**, entitled:

**ROBOT APPARATUS AND CONTROL METHOD THEREFOR, AND ROBOT CHARACTER
DISCRIMINATING METHOD**

corresponding to PCT Application No. PCT/JP00/08472

filed November 30, 2000

Express Mail No.: EL742691535US

Date of Deposit: July 27, 2001

I hereby certify that this application and the accompanying papers are being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to:

Box PCT
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231.

Charles Jackson

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

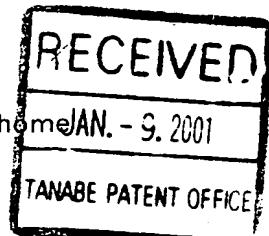
NOTIFICATION OF RECEIPT OF
RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TANABE, Shigemoto
 Green-Fantasia Building
 5th Floor
 11-11-508, Jingumae 1-chome
 Shibuya-ku
 Tokyo 150-0001
 JAPON



Date of mailing (day/month/year) 21 December 2000 (21.12.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference S 00 P 1441WO00	International application No. PCT/JP00/08472

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

SONY CORPORATION (for all designated States except US)
 SABE, Kohtaro et al (for US)

International filing date	:	30 November 2000 (30.11.00)
Priority date(s) claimed	:	30 November 1999 (30.11.99)
	:	30 November 1999 (30.11.99)
	:	30 November 1999 (30.11.99)

Date of receipt of the record copy by the International Bureau	:	15 December 2000 (15.12.00)
--	---	-----------------------------

List of designated Offices	:	
----------------------------	---	--

National :CN,KR,US

ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- time limits for entry into the national phase
- confirmation of precautionary designations
- requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

The International Bureau of WIPO
 34, chemin des Colombettes
 1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

Shinji IGARASHI

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. It is the applicant's responsibility to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

**NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT**

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

Date of mailing (day/month/year) 21 December 2000 (21.12.00)	
Applicant's or agent's file reference S 00 P 1441WO00	IMPORTANT NOTIFICATION
International application No. PCT/JP00/08472	International filing date (day/month/year) 30 November 2000 (30.11.00)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 30 November 1999 (30.11.99)
Applicant SONY CORPORATION et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
30 Nove 1999 (30.11.99)	11/341206	JP	15 Dece 2000 (15.12.00)
30 Nove 1999 (30.11.99)	11/341207	JP	15 Dece 2000 (15.12.00)
30 Nove 1999 (30.11.99)	11/341375	JP	15 Dece 2000 (15.12.00)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer


Shinji IGARASHI

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

TANABE, Shigemoto
 Green-Fantasia Building
 5th Floor
 11-11-508, Jingumae 1-chome
 Shibuya-ku
 Tokyo 150-0001
 JAPON

Date of mailing (day/month/year)
07 June 2001 (07.06.01)

Applicant's or agent's file reference
S 00 P 1441WO00

International application No.	International filing date (day/month/year)	Priority date (day/month/year)
PCT/JP00/08472	30 November 2000 (30.11.00)	30 November 1999 (30.11.99)

Applicant
SONY CORPORATION et al

IMPORTANT NOTICE

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

CN

RECEIVED

JUN. 18. 2001

TANABE PATENT OFFICE

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on

07 June 2001 (07.06.01) under No. WO 01/39932

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer J. Zahra Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約に基づく国際出願

願書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	控
国際出願日	
(受付印)	
出願人又は代理人の書類記号 (希望する場合、最大12字)	S00P1441W000

第Ⅰ欄 多言明の名称

ロボット装置及びその制御方法並びにロボット装置の性格判別方法

第Ⅱ欄 出願人

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び固名も記載)	<input type="checkbox"/> この欄に記載した者は、発明者である。 電話番号: 03-5448-2617 ファクシミリ番号: 03-5448-3063 加入電信番号: J22262
ソニー株式会社 SONY CORPORATION 〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号 7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku, TOKYO 141-0001, JAPAN	

国籍(固名): 日本国 JAPAN 住所(固名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

第Ⅲ欄 その他の出願人又は多言明者

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び固名も記載)	<input type="checkbox"/> この欄に記載した者は、次に該当する: <input type="checkbox"/> 出願人のみである。 <input checked="" type="checkbox"/> 出願人及び発明者である。 <input type="checkbox"/> 発明者のみである。 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)
佐部 浩太郎 SABE Kohtaro 〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 C/O SONY CORPORATION, 7-35, Kitashinagawa 6-chome, Shinagawa-ku, TOKYO 141-0001, JAPAN	

国籍(固名): 日本国 JAPAN 住所(固名): 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

その他の出願人又は発明者が範囲に記載されている。

第Ⅳ欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名

次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する: 代理人 共通の代表者

氏名(名称)及びあて名: (姓・名の順に記載; 法人は公式の完全な名称を記載; あて名は郵便番号及び固名も記載)	<input type="checkbox"/> 電話番号: 03-3470-6591 ファクシミリ番号: 03-3470-6506 加入電信番号:
8274 弁理士 田辺 恵基 TANABE Shigemoto 〒150-0001 日本国東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-508号 グリーンファンタジアビル5階 Green-Fantasia Building 5th Floor, 11-11-508, Jingumae 1-chome, Shibuya-ku, TOKYO 150-0001, JAPAN	

通知のためのあて名: 代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記枠内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第III欄の続き その他の出願人又は発明者

この範囲を使用しないときは、この用紙を断裁に含めないこと。

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、
次に該当する： 出願人のみである。 出願人及び発明者である。 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

長谷川 里香 HASEGAWA Rika

〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号

ソニー株式会社内

C/O SONY CORPORATION, 7-35, Kitashinagawa 6-chome,
Shinagawa-ku, TOKYO 141-0001, JAPAN

国籍（国名）： 日本国 JAPAN

住所（国名）： 日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

 すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

指定国についての出願人である：

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、
次に該当する： 出願人のみである。 出願人及び発明者である。 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

井上 真 INOUE Makoto

〒141-0001 日本国東京都品川区北品川6丁目7番35号

ソニー株式会社内

C/O SONY CORPORATION, 7-35, Kitashinagawa 6-chome,
Shinagawa-ku, TOKYO 141-0001, JAPAN

国籍（国名）：

日本国 JAPAN

住所（国名）：

日本国 JAPAN

この欄に記載した者は、次の

 すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

指定国についての出願人である：

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、
次に該当する： 出願人のみである。 出願人及び発明者である。 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

 すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

指定国についての出願人である：

氏名（名称）及びあて名：（姓・名の順に記載；法人は公式の完全な名称を記載；あて名は郵便番号及び国名も記載）

この欄に記載した者は、
次に該当する： 出願人のみである。 出願人及び発明者である。 発明者のみである。
(ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)

国籍（国名）：

住所（国名）：

この欄に記載した者は、次の

 すべての指定国 米国を除くすべての指定国 米国のみ 追記欄に記載した指定国

指定国についての出願人である：

 その他の出願人又は発明者が他の範囲に記載されている。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第Ⅴ 特別 国の指定方法

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う(該当する□に印を付すこと: 少なくとも1つの□に印を付すこと)。

広域特許書

A P A R I P O 特許書 : G H ガーナ Ghana, G M ガンビア Gambia, K E ケニア Kenya, L S レソト Lesotho, M W マラウイ Malawi, S D スーダン Sudan, S L シエラ・レオーネ Sierra Leone, S Z スワジランド Swaziland, T Z タンザニア United Republic of Tanzania, U G ウガンダ Uganda, Z W ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国

E A ユーラシア特許書 : A M アルメニア Armenia, A Z アゼルバイジャン Azerbaijan, B Y ベラルーシ Belarus, K G キルギス Kyrgyzstan, K Z カザフスタン Kazakhstan, M D モルドヴァ Republic of Moldova, R U ロシア Russian Federation, T J タジキスタン Tajikistan, T M トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許協力条約と特許協力条約の締約国である他の国

E P ヨーロッパ特許書 : A T オーストリア Austria, B E ベルギー Belgium, C H and L I スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, C Y キプロス Cyprus, D E ドイツ Germany, D K デンマーク Denmark, E S スペイン Spain, F I フィンランド Finland, F R フランス France, G B 英国 United Kingdom, G R ギリシャ Greece, I E アイルランド Ireland, I T イタリア Italy, L U ルクセンブルグ Luxembourg, M C モナコ Monaco, N L オランダ Netherlands, P T ポルトガル Portugal, S E スウェーデン Sweden, 及びヨーロッパ特許協力条約と特許協力条約の締約国である他の国

O A O A P I 特許書 : B F ブルキナ・ファソ Burkina Faso, B J ベナン Benin, C F 中央アフリカ Central African Republic, C G コンゴ Congo, C I コートジボアール Côte d'Ivoire, C M カメルーン Cameroon, G A ガボン Gabon, G N ギニア Guinea, G W ギニア・ビサオ Guinea-Bissau, M L マリ Mali, M R モーリタニア Mauritania, N F ニジェール Niger, S N セネガル Senegal, T D チャード Chad, T G トーゴ Togo, 及びアフリカ知的所有権機構のメンバー国と特許協力条約の締約国である他の国(他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線に記載する)

国内特許書(他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線に記載する)

A E アラブ首長連邦 United Arab Emirates
 A L アルバニア Albania
 A M アルメニア Armenia
 A T オーストリア Austria
 A U オーストラリア Australia
 A Z アゼルバイジャン Azerbaijan
 B A ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina

 B B バルバドス Barbados
 B C ブルガリア Bulgaria
 B R ブラジル Brazil
 B Y ベラルーシ Belarus
 C A カナダ Canada
 C H and L I スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein

 C N 中国 China
 C R コスタリカ Costa Rica
 C U キューバ Cuba
 C Z チェコ Czech Republic
 D E ドイツ Germany
 D K デンマーク Denmark
 D M ドミニカ Dominica
 E E エストニア Estonia
 E S スペイン Spain
 F I フィンランド Finland
 G B 英国 United Kingdom
 G D グレナダ Grenada
 G E グルジア Georgia
 G H ガーナ Ghana
 G M ガンビア Gambia
 H R クロアチア Croatia
 H U ハンガリー Hungary
 I D インドネシア Indonesia
 I L イスラエル Israel
 I N インド India
 I S アイスランド Iceland
 J P 日本 Japan
 K E ケニア Kenya
 K G キルギス Kyrgyzstan
 K P 北朝鮮 Democratic People's Republic of Korea
 K R 韓国 Republic of Korea
 K Z カザフスタン Kazakhstan
 L C セント・ルシア Saint Lucia
 L K スリ・ランカ Sri Lanka

L R リベリア Liberia
 L S レソト Lesotho
 L T リトアニア Lithuania
 L U ルクセンブルグ Luxembourg
 L V ラトヴィア Latvia
 M A モロッコ Morocco
 M D モルドヴァ Republic of Moldova
 M G マダガスカル Madagascar
 M K マケドニア旧ユーゴースラヴィア共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia

 M N モンゴル Mongolia
 M W マラウイ Malawi
 M X メキシコ Mexico
 N O ノールウェー Norway
 N Z ニュー・ジーランド New Zealand
 P L ポーランド Poland
 P T ポルトガル Portugal
 R O ルーマニア Romania
 R U ロシア Russian Federation
 S D スーダン Sudan
 S E スウェーデン Sweden
 S G シンガポール Singapore
 S I スロヴェニア Slovenia
 S K スロヴァキア Slovakia
 S L シエラ・レオーネ Sierra Leone
 T J タジキスタン Tajikistan
 T M トルクメニスタン Turkmenistan
 T R トルコ Turkey
 T T トリニダッド・トバゴ Trinidad and Tobago
 T Z タンザニア United Republic of Tanzania
 U A ウクライナ Ukraine
 U G ウガンダ Uganda
 U S 米国 United States of America

 U Z ウズベキスタン Uzbekistan
 V N ヴィエトナム Viet Nam
 Y U ユーロースラヴィア Yugoslavia
 Z A 南アフリカ共和国 South Africa
 Z W ジンバブエ Zimbabwe

下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締約国となった国を指定するためのものである

指定の確認の宣言: 出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、この宣言から除く旨の表示を追記欄にした場合は、指定から除外される。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに後先日から 15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の超過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。(指定の確認料(料金を含む)は、出先日から 15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

第VI欄 优先権の主張

 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載されている

先の出願日 (日、月、年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1) 30.11.99	平成11年特許願 第341206号	日本国 JAPAN		
(2) 30.11.99	平成11年特許願 第341207号	日本国 JAPAN		
(3) 30.11.99	平成11年特許願 第341375号	日本国 JAPAN		

上記()の番号の先の出願（ただし、本国際出願が提出されるる受理官庁に対して提出されたものに限る）のうち、次の()の番号のものについては、出願書類の認証原本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求している。

*先の出願が、ARIPOの特許出願である場合には、その先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国の少なくとも1ヶ国を追記欄に表示しなければならない（規則4.10(b)(ii)）。追記欄を参照。

第VII欄 国際調査機関による出願

国際調査機関による出願 (ISA) の選択	先の調査査定結果の利用言語 : 当該調査査定の用言語 (先の調査が国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合)	出願日 (日、月、年)	出願番号	国名 (又は広域官庁)
I S A / J P				

第VIII欄 許合欄 : 出願の言語

この国際出願の用紙の枚数は次のとおりである。

頼書	4 枚
明細書（配列表を除く）	78 枚
請求の範囲	11 枚
要約書	1 枚
図面	40 枚
明細書の配列表	0 枚
合計	134 枚

この国際出願には、以下にチェックした書類が添付されている。

1. <input checked="" type="checkbox"/> 手数料計算用紙	5. <input checked="" type="checkbox"/> 優先権書類（上記第VI欄の()の番号を記載する）
2. <input checked="" type="checkbox"/> 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	6. <input type="checkbox"/> 国際出願の翻訳文（翻訳に使用した言語名を記載する）
3. <input checked="" type="checkbox"/> 國際事務局の口座への振込みを証明する書面	7. <input type="checkbox"/> 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面
4. <input type="checkbox"/> 別個の記名押印された委任状	8. <input type="checkbox"/> スクレオチド又はアミノ酸配列表（フレキシブルディスク）
5. <input type="checkbox"/> 包括委任状の写し	9. <input type="checkbox"/> その他（書類名を詳細に記載する）
6. <input type="checkbox"/> 記名押印（署名）の説明書	

要約書とともに提示する図面 :

11

本国際出願の使用言語名 : 日本語

第IX欄 提出者との自己名押印欄

各人の氏名（名称）を記載し、その次に押印する。

田辺 恵基

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

受理官庁記入欄

3. 国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であって

その後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）

4. 特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日

5. 出願人により特定された

ISA/JP

6. 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない

2. 図面

 受理された 不足図面がある

記録原本の受理の日	国際事務局書記入欄
-----------	-----------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

P C T

手 紙 料 算 用 索
願 書 附 屬 書

受理官庁記入欄

国際出願番号

出願人又は代理人の書類記号

S 00 P 1441W O 00

受理官庁の日付印

出願人

ソニー株式会社 SONY CORPORATION

所定の手数料の計算

1. 及び 2. 特許協力条約に基づく国際出願等に関する法律（国内法）
第18条第1項第1号の規定による手数料（注1）
(送付手数料〔T〕及び調査手数料〔S〕の合計)

90,000 円 T+S

3. 国際手数料（注2）

基本手数料

国際出願に含まれる用紙の枚数 134 枚

最初の30枚まで ······

40,700 円 b 1

104 × 940 =

97,760 円 b 2

30枚を越える用紙の枚数 用紙1枚の手数料

138,460 円 B

指定手数料

国際出願に含まれる指定数（注3） 3

3 × 8,800 =

26,400 円 D

支払うべき指定手数料 1 指定当たりの手数料
の数（上段は8）
(注4)

164,860 円 I

4. 納付すべき手数料の合計

T + S 及び I に記入した金額を加算し、合計額を合計に記入

254,860 円

合 計

(注1) 送付手数料及び調査手数料については、合計金額を特許印紙をもって納付しなければならない。

(注2) 国際手数料については、受理官庁である日本特許庁の長官が告示する国際事務局の口座への振込みを証明する書面を提出することにより納付しなければならない。

(注3) 願書第V欄でレ印を付した□の数。

(注4) 指定数を記入する。ただし、8指定以上は一律8とする。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ご依頼日//年//月//日

番

振込金受取書

預金払戻請求書による振込受付書
預金口座振替

お振込先	東京三井				銀行・農業協同組合 信用金庫・信用組合	内幸町店	お振込指定	文書	電信	内訳
	預金額	十億	百万	千						
種目	○普通	2.当座	4.貯番	口座番号	04113246					
お受取人	フリガナ	姓	名	姓	名	手数料				
	おなまえ	姓	名	姓	名		182			
ご依頼人	フリガナ	姓	名	姓	名	上記手数料金額には消費税が含まれています。				
	おなまえ	姓	名	姓	名	お取扱いは翌営業日付となります。				
	おところ	姓	名	姓	名					

当行をご利用くださいましてありがとうございました。

- 振込依頼書に記載相違等の不備があった場合には照会等のため振込が遅延することがあります。
- 通信機器・回線の障害又は郵便物の遅延など、やむを得ない事由によって振込が遅延することもありますのでご了承ください。

株式会社 八千代銀行

基本手数料 (138,460円)
指定手数料 (26,400円)

計 164,860円

THIS PAGE BLANK (USPTO)



送付手数料 (18,000円)
調査手数料 (72,000円)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

田辺 恵基

あて名

〒150-0001

東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-50
8号 グリーンファンタジアビル5階 田辺
特許事務所



殿

PCT/JP00/08472

RO105

P C T

国際出願番号及び 国際出願日の通知書

(法施行規則第22条、第23条)
〔PCT規則20.5(c)〕

		発送日（日、月、年） 12.12.00
出願人又は代理人 の書類記号	S00P1441W000	重 要 な 通 知
国際出願番号 PCT/JP00/08472	国際出願日（日、月、年） 30.11.00	優先日（日、月、年） 30.11.99
出願人（氏名又は名称） ソニー株式会社		

1. この国際出願は、上記の国際出願番号及び国際出願日が付与されたことを通知する。

記録原本は、12日12月00年に国際事務局に送付した。

注 意

- a. 国際出願番号は、特許協力条約を表示する「PCT」の文字、斜線、受理官庁を表示する2文字コード（日本の場合JP）、西暦年の最後から2桁の数字、斜線、及び5桁の数字からなっています。
- b. 国際出願日は、「特許協力条約に基づく国際出願に関する法律」第4条第1項の要件を満たした国際出願に付与されます。
- c. あて名等を変更したときは、速やかにあて名の変更届等を提出して下さい。
- d. 電子計算機による漢字処理のため、漢字の一部を当用漢字、又は、仮名に置き換えて表現してある場合もありますので御了承下さい。
- e. この通知に記載された出願人のあて名、氏名（名称）に誤りがあるときは申出により訂正します。
- f. 国際事務局は、受理官庁から記録原本を受領した場合には、出願人にその旨を速やかに通知（様式PCT/IB/301）する。記録原本を優先日から14箇月が満了しても受領していないときは、国際事務局は出願人にその旨を通知する。〔PCT規則22.1(c)〕

名称及びあて名 日本国特許庁 (RO/JP) 郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308 日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 様式PCT/RO/105 (1998年7月)	権限のある職員 特許庁長官
---	------------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人

田辺 恵基

あて名

〒150-0001

東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-50
8号 グリーンファンタジアビル5階 田辺
特許事務所



殿

PCT/JP00/08472

SA202

P C T

調査用写しの受理通知書

(法施行規則第39条)
(PCT規則25.1)

		発送日（日、月、年） 12.12.00
出願人又は代理人 の書類記号	S00P1441W000	重 要 な 通 知
国際出願番号 PCT/JP00/08472	国際出願日（日、月、年） 30.11.00	優先日（日、月、年） 30.11.99
出願人（氏名又は名称） ソニー株式会社		

1. 国際調査機関と受理官庁が同一の機関でない場合、

国際出願の調査用写しを国際調査機関が下記の日に受理したので通知する。

国際調査機関と受理官庁が同一の機関である場合、

国際出願の調査用写しを下記の日に受理したので通知する。

12日12月00年 (受理の日)

2. 調査用写しには、コンピューター読み取りが可能な形式によるヌクレオチド又はアミノ酸の配列表が添付されている。

3. 国際調査報告の作成期間

国際調査報告の作成期間は、上記受理の日から3箇月の期間又は優先日から9箇月の期間のいずれか遅く満了する期間である。

4. この通知書の写しは、国際事務局及び上記1の第1文が適用される場合には受理官庁に送付した。

名称及びあて名 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308 日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 様式 PCT/ISA/202 (1998年7月)	権限のある職員 特許庁長官
--	------------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（受理官庁）

出願人代理人

田辺 恵基

あて名

〒150-0001

東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-50
8号 グリーンファンタジアビル5階 田辺
特許事務所



殿

PCT/JP00/08472

RO106

P C T

手続補正命令書

(法第6条、法施第30条)
〔PCT3条(4)(i) 14条(1)、規則26〕

		発送日（日、月、年）
		12.12.00
出願人又は代理人 の書類記号	S00P1441WO00	応答期間
国際出願番号	PCT/JP00/08472	発送日から 1箇月以内
出願人（氏名又は名称）		国際出願日（日、月、年）
ソニー株式会社		30.11.00

出願人は、上記期間内に手続きの補正をしなければならない。補正すべき事項は、次の附属書に記載されている。

附属書A

附属書B

附属書C

（注意）

補正の方法

手続補正書に補正事項を補正した差替え用紙を添付することにより行う。また、手続補正書の「補正内容」の欄に差替えられる用紙と差替え用紙との相違について記載する。なお、補正によって書き換えられる用紙の明瞭さ及び直接複製の可能性に悪影響を及ぼすことなく手続補正書の「補正内容」の欄から記録原本への書き換えが容易にできる場合には差替え用紙を省略することができる。

（PCT規則26.4(a)、法施行規則様式第15備考4参照）

注意

補正がされないときは、国際出願は取り下げられたものとみなす旨の決定がされる。

（法第7条第1項、PCT規則26.5参照）

この手続補正命令書の写し及び附属書の写しは、国際事務局

及び国際調査機関

に、送付した。

名称及びあて名 日本国特許庁 (RO/JP) 郵便番号 100-8915 TEL 03-3592-1308 日本国東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 様式 PCT/RO/106 (1998年7月)	権限のある職員 特許庁長官
--	------------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際出願について次の不備を発見した。

1. 願書の記名押印について

- a. 提出者の氏名又は名称の記載又は押印がない。
- b. 出願人全員の氏名又は名称の記載又は押印がない。
- c. 米国の出願人について、押印の欠如に関する説明書の添付がない。
- d. 代理人又は共通の代表者の氏名の記載及び押印はあるが、次の理由により認めることはできない。
 - 願書に代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付がない。
 - 願書に代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付があるが、次の出願人による代理人又は共通の代表者の選任を証明する書面の添付がない。
- e. その他

*発明者であっても出願人となる場合は、記名押印が必要である。(例:米国を指定した場合)

2. 願書の出願人に関する表示について

- a. 出願人の氏名又は名称が正しく記載されていない。
- b. 出願人のあて名が記載されていない。
- c. 出願人のあて名が正しく記載されていない。
- d. 出願人の国籍が記載されていない。
- e. 出願人の住所(居住者である国)が記載されていない。
- f. その他

3. 国際出願の言語について

- a. 願書が日本語により作成されていない。
- b. 図面の説明の部分が日本語により作成されていない。
- c. 要約が日本語により作成されていない。

4. 発明の名称について

- a. 願書の第Ⅰ欄に記載されていない。
- b. 明細書の最初の用紙の冒頭に記載されていない。
- c. 願書の第Ⅰ欄に記載のものと、明細書の冒頭に記載のものが相違する。

5. 要約書について

- 国際出願に要約書が含まれていない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

US

特許協力条約

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 S00P1441W000	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/08472	国際出願日 (日.月.年) 30.11.00	優先日 (日.月.年) 30.11.99
出願人(氏名又は名称) ソニー株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎
 - a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
 - b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。
2. 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。
3. 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。
4. 発明の名称は
 出願人が提出したものと承認する。
 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は
 出願人が提出したものと承認する。
 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。
6. 要約書とともに公表される図は、
第11図とする。 出願人が示したとおりである。 なし
 - 出願人は図を示さなかった。
 - 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. C1' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. C1' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U.S. 5 8 7 0 5 2 7, A (Sony Corporation), 9. 2月. 1 9 9 9 (0 9. 0 2. 9 9), 特許請求の範囲, & J P, 9-1 1 4 5 1 4, A, 特許請求の範囲	1-32
X	J P, 7-1 0 4 7 7 8, A (富士ゼロックス株式会社), 2	19-22, 29-32
A	1. 4月. 1 9 9 5 (2 1. 0 4. 9 5), 第2頁第2欄第6行— 第36行, 第1図, (ファミリーなし)	13-18, 23-28
X	J P, 1 0 - 2 3 5 0 1 9, A (ソニー株式会社), 8. 9月. 1 9 9 8 (0 8. 0 9. 9 8), 第5頁第8欄第38行—第6頁第 1 0 欄第8行, 第5図, (ファミリーなし)	33-47
A	E P, 8 9 8 2 3 7, A (SONY CORPORATION), 2 4. 2月. 1	33-47

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 02. 01

国際調査報告の発送日

1 3.03.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

田村 耕作

3 C 9618



電話番号 03-3581-1101 内線 3324

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
	999 (24. 02. 99), 特許請求の範囲, 第3図, & JP, 11-126017, A, 特許請求の範囲, 第3図		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約

発信人 日本国特許庁（国際調査機関）

出願人代理人

田辺 恵基



殿

あて名

〒 150-0001

東京都渋谷区神宮前1丁目11番11-508号
グリーンファンタジアビル5階 田辺特許事務所

PCT

国際調査報告又は国際調査報告を作成しない旨の決定の送付の通知書

(法施行規則第41条)
〔PCT規則44.1〕発送日
(日.月.年)

13.03.01

出願人又は代理人
の書類記号 S00P1441WO00

今後の手続きについては、下記1及び4を参照。

国際出願番号 PCT/JP00/08472

国際出願日
(日.月.年) 30.11.00出願人（氏名又は名称）
ソニー株式会社

1. 国際調査報告が作成されたこと、及びこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。
PCT19条の規定に基づく補正書及び説明書の提出

出願人は、国際出願の請求の範囲を補正することができる（PCT規則46参考）。

いつ 補正書の提出期間は、通常国際調査報告の送付の日から2月である。

詳細については添付用紙の備考を参照すること。

どこへ 直接次の場所へ

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

詳細な手続については、添付用紙の備考を参照すること。

2. 国際調査報告が作成されないこと、及び法第8条第2項（PCT17条(2)(a)）の規定による国際調査報告を作成しない旨の決定をこの送付書とともに送付することを、出願人に通知する。

3. 法施行規則第44条（PCT規則40.2）に規定する追加手数料の納付に対する異議の申立てに関して、出願人に下記の点を通知する。

異議の申立てと当該異議についての決定を、その異議の申し立てと当該異議についての決定の両方を指定官庁へ送付することを求める出願人の請求とともに、国際事務局へ送付した。

当該異議についての決定は、まだ行われていない。決定されしだい出願人に通知する。

4. 今後の手続： 出願人は次の点に注意すること。

優先日から1ヶ月経過後、国際出願は国際事務局によりすみやかに国際公開される。出願人が公開の延期を望むときは、国際出願又は優先権の主張の取下げの通知がPCT規則90の2.1及び90の2.3にそれぞれ規定されているように、国際公開の事務的な準備が完了する前に国際事務局に到達しなければならない。

出願人が優先日から3ヶ月まで（官庁によってはもっと遅く）国内段階の開始を延期することを望むときは、優先日から1ヶ月以内に、国際予備審査の請求書が提出されなければならない。

国際予備審査の請求書若しくは、後にする選択により優先日から1ヶ月以内に選択しなかった又は第II章に拘束されないため選択できなかったすべての指定官庁に対しては優先日から2ヶ月以内に、国内段階の開始のための所定手続を取らなければならない。

名称及びあて名 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員 特許庁長官	3C 9618
電話番号 03-3581-1101 内線 3324		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

注 意

1. 国際調査報告の発送日から起算する条約第19条(1)及び規則46.1に従う国際事務局への補正期間に注意してください。
2. 条約22条(2)に規定する期間に注意してください。
3. 文献の写しの請求について

国際調査報告に記載した文献の複写

特許庁にこれらの引用文献の写しを請求することができますが、日本特許情報機構でもこれらの引用文献の複写物を販売しています。日本特許情報機構に引用文献の複写物を請求する場合は下記の点に注意してください。

[申込方法]

- (1) 特許(実用新案・意匠)公報については、下記の点を明記してください。
 - 特許・実用新案及び意匠の種類
 - 出願公告又は出願公開の年次及び番号(又は特許番号、登録番号)
 - 必要部数
- (2) 公報以外の文献の場合は、下記の点に注意してください。
 - 国際調査報告の写しを添付してください(返却します)。

[申込み及び照会先]

〒135 東京都江東区東陽4-1-7 佐藤ダイヤビル
財団法人 日本特許情報機構 サービス課
TEL 03-5690-3900

注意 特許庁に対して文献の写しの請求をすることができる期間は、国際出願日から7年です。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

様式PCT/ISA/220の備考

この備考は、PCT19条の規定に基づく補正書の提出に関する基本的な指示を与えるためのものである。この備考は特許協力条約並びにこの条約に基づく規則及び実施細則の規定に基づいている。この備考とそれらの規定とが相違する場合には、後者が適用される。詳細な情報については、WIPOの出版物であるPCT出願人の手引も参照すること。

PCT19条の規定に基づく補正書の提出に関する指示

出願人は、国際調査報告を受領した後、国際出願の請求の範囲を補正する機会が一回ある。しかし、国際出願のすべての部分（請求の範囲、明細書及び図面）が、国際予備審査の手続においても補正できるもので、例えば出願人が仮保護のために補正書を公開することを希望する場合又は国際公開前に請求の範囲を補正する別の理由がある場合を除き、通常PCT19条の規定に基づく補正書を提出する必要はないことを強調しておく。さらに、仮保護は一部の国のみで与えられるだけであること強調しておく。

補正の対象となるもの

PCT19条の規定により請求の範囲のみ補正することができる。

国際段階においてPCT34条の規定に基づく国際予備審査の手続きにおいて請求の範囲を（更に）補正することができる。

明細書及び図面は、PCT34条の規定に基づく国際予備審査の手続においてのみ補正することができる。

国内段階に移行する際、PCT28条（又はPCT41条）の規定により、国際出願のすべての部分を補正することができる。

いつ

国際調査報告の送付の日から2月又は優先日から16月の内どちらか遅く満了するほうの期間内。しかし、その期間の満了後であっても国際公開の技術的な準備の完了前に国際事務局が補正を受領した場合には、その補正書は、期間内に受理されたものとみなすことを強調しておく（PCT規則46.1）。

補正書を提出すべきところ

補正書は、国際事務局のみに提出でき、受理官庁又は国際調査機関には提出してはいけない（PCT規則46.2）。国際予備審査の請求書を提出した／する場合については、以下を参照すること。

どのように

1以上の請求の範囲の削除、1以上の新たな請求の範囲の追加、又は1以上の請求の範囲の記載の補正による。

差替え用紙は、補正の結果、出願当初の用紙と相違する請求の範囲の各用紙毎に提出する。

差替え用紙に記載されているすべての請求の範囲には、アラビア数字を付さなければならない。請求の範囲を削除する場合、その他の請求の範囲の番号を付け直す必要はない。請求の範囲の番号を付け直す場合には、連続番号で付け直さなければならない（PCT実施細則第205号(b)）。補正是国際公開の言語で行う。

補正書にどのような書類を添付しなければならないか

書簡（PCT実施細則第205号(b)）

補正書には書簡を添付しなければならない。

書簡は国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開されることはない。これを「PCT19条(1)に規定する説明書」と混同してはならない（「PCT19条(1)に規定する説明書」については、以下を参照）。

書簡は、英語又は仏語を選択しなければならない。ただし、国際出願の言語が英語の場合、書簡は英語で、仏語の場合、書簡は仏語で記載しなければならない。

書簡には、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違について表示しなければならない。特に、国際出願に記載した各請求の範囲との関連で次の表示（2以上の請求の範囲についての同一の表示する場合は、まとめることができる。）をしなければならない。

- (i) この請求の範囲は変更しない。
- (ii) この請求の範囲は削除する。
- (iii) この請求の範囲は追加である。
- (iv) この請求の範囲は出願時の1以上の請求の範囲と差し替える。
- (v) この請求の範囲は出願時の請求の範囲の分割の結果である。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

様式PCT/ISA/220の備考（続き）

次に、添付する書簡中での、補正についての説明の例を示す。

1. [請求の範囲の一部の補正によって請求の範囲の項数が48から51になった場合]：“請求の範囲1-29、31、32、34、35、37-48項は、同じ番号のもとに補正された請求の範囲と置き換えた。請求の範囲30、33及び36項は変更なし。新たに請求の範囲49-51項が追加された。”
2. [請求の範囲の全部の補正によって請求の範囲の項数が15から11になった場合]：“請求の範囲1-15項は、補正された請求の範囲1-11項に置き換えた。”
3. [原請求の範囲の項数が14で、補正が一部の請求の範囲の削除と新たな請求の範囲の追加を含む場合]：“請求の範囲1-6及び14項は変更なし。請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。”又は“請求の範囲7-13は削除。新たに請求の範囲15、16及び17項を追加。その他の全ての請求の範囲は変更なし。”
4. [各種の補正がある場合]：“請求の範囲1-10項は変更なし。請求の範囲11-13、18及び19項は削除。請求の範囲14、15及び16項は補正された請求の範囲14項に置き換えた。請求の範囲17項は補正された請求の範囲15、16及び17項に分割された。新たに請求の範囲20及び21項が追加された。”

“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”（PCT規則46.4）

補正書には、補正並びにその補正が明細書及び図面に与える影響についての説明書を提出することができる（明細書及び図面はPCT19条(1)の規定に基づいては補正できない）。

説明書は、国際出願及び補正された請求の範囲とともに公開される。

説明書は、国際公開の言語で作成しなければならない。

説明書は、簡潔でなければならず、英語の場合又は英語に翻訳した場合に500語を越えてはならない。

説明書は、出願時の請求の範囲と補正された請求の範囲との相違を示す書簡と混同してはならない。説明書を、その書簡に代えることはできない。説明書は別紙で提出しなければならず、見出しを付すものとし、その見出しへ“PCT19条(1)の規定に基づく説明書”の語句を用いることが望ましい。

説明書には、国際調査報告又は国際調査報告に列記された文献との関連性に関して、これらを誹謗する意見を記載してはならない。国際調査報告に列記された特定の請求の範囲に関する文献についての言及は、当該請求の範囲の補正に関するのみ行うことができる。

国際予備審査の請求書が提出されている場合

PCT19条の規定に基づく補正書及び添付する説明書の提出の時に国際予備審査の請求書が既に提出されている場合には、出願人は、補正書（及び説明書）を国際事務局に提出すると同時にその写し及び必要な場合、その翻訳文を国際予備審査機関にも提出することが望ましい（PCT規則55.3(a)、62.2の第1文を参照）。詳細は国際予備審査請求書（PCT/IPEA/401）の注意書参照。

国内段階に移行するための国際出願の翻訳に関して

国内段階に移行する際、PCT19条の規定に基づいて補正された請求の範囲の翻訳を出願時の請求の範囲の翻訳の代わりに又は追加して、指定官庁／選択官庁に提出しなければならないこともあるので、出願人は注意されたい。

指定官庁／選択官庁の詳細な要求については、PCT出願人の手引きの第II巻を参照。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特許協力条約

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 S00P1441WO00	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP00/08472	国際出願日 (日.月.年) 30.11.00	優先日 (日.月.年) 30.11.99
出願人(氏名又は名称) ソニー株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものと承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は 出願人が提出したものと承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 11 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. Cl' B25J13/00, B25J5/00, G05B13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-2001年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U.S., 5 8 7 0 5 2 7, A (Sony Corporation), 9. 2月. 1 9 9 9 (0 9. 0 2. 9 9), 特許請求の範囲, & J P, 9-1 1 4 5 1 4, A, 特許請求の範囲	1-32
X	J P, 7-1 0 4 7 7 8, A (富士ゼロックス株式会社), 2	19-22, 29-32
A	1. 4月. 1 9 9 5 (2 1. 0 4. 9 5), 第2頁第2欄第6行- 第36行, 第1図, (ファミリーなし)	13-18, 23-28
X	J P, 1 0 - 2 3 5 0 1 9, A (ソニー株式会社), 8. 9月. 1 9 9 8 (0 8. 0 9. 9 8), 第5頁第8欄第38行-第6頁第 1 0 欄第8行, 第5図, (ファミリーなし)	33-47
A	E P, 8 9 8 2 3 7, A (SONY CORPORATION), 2 4. 2月. 1	33-47

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 27.02.01	国際調査報告の発送日 13.03.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 田村 耕作 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	999 (24. 02. 99), 特許請求の範囲, 第3図, & JP, 11-126017, A, 特許請求の範囲, 第3図	

THIS PAGE BLANK (USPTO)